

Trabajo Fin de Grado

Estudio de fortificaciones ante el armamento e
IED's del enemigo híbrido.

Autor

CAC Adrián Simón Perrino

Directores

Cte. Ángel Gracia Ramos
Cap. Ángela Berjillos Alcalá

Centro Universitario de la Defensa-Academia General Militar
Año 2015 - 2016

*A Laura, a mi familia, al
profesorado colaborador y a
todos mis compañeros y
amigos.*

:

RESUMEN

El presente trabajo aborda la problemática que la amenaza híbrida lleva consigo y cómo hacer frente a esta. Este nuevo término, híbrido, habla de aquellos grupos insurgentes que evolucionan en sus tácticas y medios hacia un nuevo concepto. Esta amenaza nos lleva a una necesidad, la de defendernos y hacer uso de fortificación contra los sistemas de armas que puedan ser empleados en nuestra contra. El presente trabajo demostrará qué amenaza es la principal y cómo se ha de fortificar en pos de evitar la mentada amenaza. A continuación se estudia si esta fortificación es suficiente o necesita ser mejorada, para ello se trabajará la hipótesis de un impacto haciendo uso de un modelo de cuerpo libre que guía un estudio de fuerzas en torno al vuelco o deslizamiento de un sólido rígido. Por último, se plantea una mejora para el elemento de fortificación.

ABSTRACT

The present work addresses the problem that carries the hybrid threat and how to deal with the mentioned threat. The new term, hybrid, refers to those insurgent groups that evolve in their tactics and means towards a new concept. This threat leads to a need of defending and fortification against the weapons systems that could be used against us. This paper will show what the main threat is and what element of fortification should be used in order to avoid the mentioned threat. In the next point it is studied if this fortification is sufficient or needs improvement, for this reason it is also represented a hypothesis for an impact using a diagram of forces which guides the work about the overturning or sliding of an object. Lastly, it is shown a design which provides an improvement for the element of fortification

ÍNDICE

1.	Introducción.....	1
2.	Objetivos, alcance y consecuencias del proyecto.....	1
3.	Consecuencias asociadas a los objetivos del proyecto	1
4.	Metodología seguida	2
5.	Enemigo híbrido	2
A.	Concepto	2
B.	Evolución a lo largo de la historia.	3
C.	Situación actual.....	4
1)	Amenazas que plantea.....	4
2)	Principal amenaza.	5
6.	Fortificación	8
A.	Bases en operaciones	9
1)	Problemática.....	10
B.	Elementos de fortificación	12
C.	Elección del elemento de fortificación.	13
7.	Estudio: Amenaza híbrida frente al elemento de fortificación	15
A.	Planteamiento del problema.....	16
B.	Cálculos y resultados.	18
8.	Propuestas de mejora	20
A.	Implemento: Diseño.....	20
B.	Estudio económico y viabilidad de las soluciones.....	21
9.	Conclusiones y trabajos futuros.....	22
10.	Bibliografía.....	24
11.	Glosario de Siglas.....	24

ANEXOS

Anexo A: Amenaza y conflictos híbridos	29
Anexo B: IED's y estudio de la amenaza	47
Anexo C: Elementos defensivos y de fortificación	63
Anexo D: Bases en operaciones	71
Anexo E: Análisis DAFO entre Hesco Bastion y T-Wall	84
Anexo F: Hesco bastion vs vbied: cálculo para deslizamiento y/o vuelco.....	100
Anexo G: Implemento para mejora del Hesco Bastion	108

Lista de imágenes:

Imagen 1: Gráfico descriptivo de la evolución de un conflicto asimétrico a uno híbrido	3
Imagen 2: Principales actos terroristas a manos del Estado Islámico. Fuente: www.theguardian.com enero 2016.....	6
Imagen 3: Tabla numerada y nota obtenida por cada artefacto.	7
Imagen 4: IED más probable (izquierda) y más peligroso (derecha).	8
Imagen 5: Gráfico que representa de qué elementos consta un ECP y el perímetro de una COP.	12
Imagen 6: Ejemplo de posible ECP para una COP.....	13
Imagen 7: Izquierda: Ejemplo de perímetro defensivo en base a Hesco Bastion reforzado con alambrada rápida. Derecha, de arriba abajo: Muros perimetrales en base a Hesco Bastion, talud de terreno natural y prefabricado de hormigón.....	13
Imagen 8: DAFO para Hesco Bastion. Fuente: Anexo E.	14
Imagen 9: DAFO para T-wall. Fuente: Anexo E.....	15
Imagen 10: Diagrama de cuerpo libre usado para el estudio	16
Imagen 11: Arriba: Conclusiones obtenidas tras el estudio del vuelco y deslizamiento. Izquierda: Interpretación gráfica de las mismas.	18
Imagen 12: Izquierda: Viga de madera. Arriba izquierda: Viga de madera, derecha: Viga de madera diagonal. Fuente: Autoría propia.	21
Imagen 13: Implemento colocado en el Hesco Bastion.....	21
Imagen 14: Nueva condición de vuelco inminente y resultados para el cálculo en torno al vuelco.	22
Imagen 15: Desarrollo de la guerra de independencia española.. Fuente: historiaantiquae.blogspot.com , consultado en noviembre de 2015	32
Imagen 16: Soldados muyahidines instruyéndose con el sistema de armas Stinger. EEUU Fuente: www.onesixthcentral.com , consultado en noviembre de 2015.....	33
Imagen 17: Irán y los países vecinos.. Fuente: www.operationworld.org , consultado en noviembre de 2015.....	36
Imagen 18: Oriente próximo y situación de Libano, en gris claro, e Israel, en verde.....	38
Imagen 19: Zonas controladas por ISIL (zona grisácea) a fecha 7 diciembre 2015. Fuente: _http://isis.liveuamap.com/	39
Imagen 20: Países en los que el Estado Islámico ha declarado provincias pertenecientes a su “califato universal”.	40
Imagen 21: Actos terroristas a manos del Estado Islámico en los que civiles eran el objetivo. Fuente: (actualizado a 7 DEC) http://www.nytimes.com/interactive/2015/06/17/world/middleeast/map-isis-attacks-around-the-world.html?_r=0	42
Imagen 22: Izquierda: furgoneta común. Derecha automóvil similar preparado por el ISIS como vehículo bomba: Fuente: www.reddit.com consultado en diciembre de 2015.....	44
Imagen 23: situación de la embajada española atacada en Kabul. Fuente: www.elpais.com	45
Imagen 24: Elementos de un IED.....	47
Imagen 25: Mecanismos de disparo en un IED.	48
Imagen 26: Clasificación de los explosivos.....	50
Imagen 27: Tipos de daños causados por una detonación.	52
Imagen 28: Incidencia porcentual de distintos artefactos en Afganistán. Fuente: AARMS, volumen 12, tema 1, 2013	61
Imagen 29: Gaviones de enrejado metálico rellenos de piedras usados como pilastras para una pasarela. Fuente: JINLIDA, empresa china del sector.....	63
Imagen 30: Gaviones Contflex rellenos de tierra. Fuente: http://gavionesflexibles.com/la-empresa/ consultado en enero 2016.....	64
Imagen 31: Detalle de la forma piramidal para construcción en altura. Fuente: Hesco Handbook 2003...65	65
Imagen 32: Modelo de muro con Hesco Bastion Mil 1 ante amenaza por VBIED. Fuente: Hesco Handbook 2003.	66
Imagen 33: Parte del perímetro interior de una base en zona de operaciones.. Fuente: Asignatura de táctica de ingenieros, 5º curso ACING	66
Imagen 34: Medidas y pesos de las unidades de T-Wall típicamente usadas. Fuente: Royal Engineers, Operation Herrick Handbook.	67
Imagen 35: Efecto spalling. Fuente: www.reddit.com/r/Military consultado en enero de 2016	67
Imagen 36: Obstáculos en superficie, de izquierda a derecha: Alambrada rápida en su disposición anti vehículo (11 rollos), caballo de frisa (modelo sin alambre de espino). Fuente: OR5-409 ORG. TERRENO GURANDES UNIDADES.....	68
Imagen 37: Obstáculo en superficie: Campos de espárragos. Fuente: asignatura de Táctica de ingenieros, ACING.	69

Imagen 38: Obstáculo en superficie: Conos de hormigón. Fuente: asignatura de Táctica de ingenieros, ACING.	69
Imagen 39: Más ejemplos de obstáculos en superficie, de izquierda a derecha: conos de hormigón y campos de espárragos, ambos de uso contra carro. Fuente: asignatura de Táctica de ingenieros, ACING.	69
Imagen 40: Ejemplos de obstáculos contra carro excavados. A la izquierda se ven tres tipos de taludes contra carro. De arriba abajo: Modelos de fosos contra carro con talud y zanja en V. Fuente: OR5-409 ORG TERRENO GRANDES UNIDADES y Roral Engineers: Operation Herrick Handbook.	69
Imagen 41: Distintos modelos de concertina. Fuente: www.alibaba.com Consultado en Diciembre 2016	70
Imagen 42: Arriba Izda.: Construcción de una valla con alambre de espinos ordinario. Dcha.: Obstáculo compuesto en base a alambrada rápida y alambre ordinario. Izda.: Distintos modelos de construcciones con alambre de espinos ordinario. Fuente: OR5-409 ORG TERRENO GRANDES UNIDADES y http://www.lonesentry.com/articles/barbedwire/ consultado en enero de 2016	70
Imagen 43: “Fuerte Chacal”, COP creada en el Sahara durante 1974 para la defensa perimetral de Aaiún.. Foto: http://alcantara.forogratias.es/iv-tercio-sahariano-alejandro-farnesio-villa-cisneros- consultada en noviembre de 2016	71
Imagen 44: COP Hernán Cortés en Darre e Bum (Afganistán). Fotografía tomada en febrero de 2012....	74
Imagen 45: Proceso de construcción de un OP, en base a Hesco Bastion. Fuente: ASPFOR XXX, Afganistán, abril 2012	75
Imagen 46: Detalle de la COP Hernán Cortés en el que se aprecian las posiciones fortificadas para vehículos.....	76
Imagen 47: Instalación de alambrada rápida en su configuración como simple, doble y triple.. Fuente: OR5-409: organización del terreno.	78
Imagen 48: configuración de Hesco Bastion tipo “Mil 1” ante amenaza por VBIED. Fuente: construction guide v2, Hesco Bastion	79
Imagen 49: Escáner para vehículos. Fuente: http://centrodenoticiasnh.blogspot.com.es/2012/	80
Imagen 50: Ejemplo de un ECP para una FOB de no pequeñas dimensiones. Fuente: Publicación doctrinal del ejército, bases en operaciones.	80
Imagen 51: Ejemplos de foso contra carro tipo. Fuente: OR5-409: organización del terreno.....	81
Imagen 52: Caballo de frisa fabricado con madera y alambre de espinos. Fuente: OR5-409: organización del terreno.....	82
Imagen 53: Detalle del interior de una base en zona de operaciones. Fuente: Asignatura de táctica de ingenieros, 5º curso ACING	83
Imagen 54: Despliegue de celdas Hesco. Fuente: www.hesco.com	85
Imagen 55: Métodos de reparación. Fuente: Construction guide v2, Hesco Bastion.	86
Imagen 56: Disposiciones se habrían de adoptar, usando gavión tipo Mil 1 en función de la amenaza a la que se ha de hacer frente y la calidad del material de relleno. Fuente: Hesco construction guide v2.	88
Imagen 57: Efecto de un cohete de 120 mm en elementos de muro T-Wall. Fuente: Force protection in Basra, Royal Engineers	91
Imagen 58: Último elemento instalado en un muro en base a T-Wall y detalle de las uniones macho – hembra que estas piezas poseen. Fuente: Force protection in Basra, Royal Engineers	91
Imagen 59: Consecuencias del efeco spalling sobre hormigón. Fuente: www.fhwa.dot.gov	92
Imagen 60: Dimensiones y medidas de un elemento de muro de hormigón tipo. Fuente: NOP 0301_11 _Control de accesos para COP/FOB. MANDO DE INGENIEROS.	93
Imagen 61: Uso combinado de muro de hormigón y material de relleno. Fuente: Force protection in Basra, Royal Engineers	95
Imagen 62 Vehículo Vs. Hesco Bastion. Fuente: www.hesco.com	97
Imagen 63: fotogramas que corresponden al primer vehículo, un tractor modificado al que se le ha añadido blindaje. Fuente: https://www.youtube.com/watch?v=b07vgIx3Fc	97
Imagen 64: fotogramas en los que se ven al segundo vehículo: Un camión. Fuente: https://www.youtube.com/watch?v=b07vgIx3Fc	98
Imagen 65: Posibles resultados ante un impacto en uno o varios gaviones. Fuente ⁹²	103
Imagen 66: Uso del GIS para el cálculo de la gravedad en oriente próximo.....	104
Imagen 67: Ángulo de rozamiento interno y estudio de fuerzas.	104
Imagen 68: Fragmento de la tabla Excel usada para los cálculos.....	104
Imagen 69: Tabla de resultados para el estudio de vuelco y deslizamiento en el vehículo de Toyota.	104
Imagen 70: Resultado del cálculo para el vuelco inminente para la nueva configuración	104
Imagen 71: Planos del diseño de la piqueta usada en el implemento.	104
Imagen 72: Viga de madera vertical.....	104
Imagen 73: Viga de madera horizontal.....	104

Imagen 74: Vista lateral del conjunto y en perspectiva. La segunda aporta una idea de las dimensiones del implemento respecto del gavión. 104

Lista de tablas:

Tabla 1: Casos de ataques a bases aliadas en oriente próximo y atentados con presencia de VBIED's.	
Fuente: ^[2]	11
Tabla 2: Medios y materiales de fortificación y defensivos, información extraída del anexo C .	12
Tabla 3: Variables a usar y los valores que se les da. Fuente: Anexo F.	19
Tabla 4: Fragmento de la tabla Excel usada para los cálculos.	19
Tabla 5: Somero análisis de las amenazas simétricas.	43
Tabla 6: Distancia de daño para artefactos explosivos de vehículos. Adaptada de BATF Explosive Standards, Bureau of Alcohol, Tobacco and Firearms, Washington D.C.	53
Tabla 7: Análisis de los principales IED. Autoría propia.	60
Tabla 8: Tabla 7 para la que cada campo recibe un valor.	61
Tabla 9: Dimensiones de los distintos modelos de Hesco Bastion para usos militares. Autoría propia.	65
Tabla 10: Modelo matriz para DAFO.	84
Tabla 11: Breve reseña en torno a los posibles materiales de relleno. Fuente: Autoría propia a partir de Hesco construction guide v2.	87
Tabla 12: Breve reseña en torno a los posibles materiales de relleno. Fuente: Autoría propia a partir de Hesco construction guide v2.	87
Tabla 13: Matriz DAFO para Hesco Bastion.	90
Tabla 14: Matriz DAFO para T-wall Fuente: Autoría propia.	95
Tabla 15: Magnitudes empleadas en los cálculos.	101
Tabla 16: Tabla resumen con las condiciones de vuelco y deslizamiento inminentes.	103
Tabla 17: Valores de densidad para distintos materiales. Fuente: http://ingemecanica.com/tutoriales/pesos.html#materiales	104
Tabla 18: Valores de densidad para distintos materiales. Fuente: http://ingemecanica.com/tutoriales/pesos.html#materiales	104

1. Introducción

La siguiente memoria presenta los resultados del Trabajo Fin de Grado llevado a cabo tras el transcurso de las prácticas externas en la antigua Brigada de Infantería Ligera aerotransportable *GALICIA VII*, hoy BOP VII, donde se pudo recopilar una pequeña parte de la información aquí reflejada junto a una gran experiencia profesional. El problema que este trabajo plantea, y trata de solucionar, es la amenaza del enemigo híbrido, con localización geográfica en oriente próximo, y con qué elemento de fortificación se ha de hacer frente a esta así como el estudio de este elemento.

2. Objetivos, alcance y consecuencias del proyecto.

Como objetivo inicial se planteó el estudio de la totalidad de capacidad de ataque del enemigo híbrido y su enfrentamiento con los medios defensivos que puedan disponer las fuerzas armadas españolas para hacer frente a dicha amenaza.

Dada la amplitud de este estudio, y la necesidad de centrar el presente trabajo, se ha decidido seleccionar de forma fundamentada una amenaza tipo, con los criterios de peligrosidad y frecuencia de uso, y enfrentar ésta a un elemento de fortificación tipo de entre los usados para la creación de las distintas bases con las que España cuenta en el extranjero.

Este trabajo se centra, por tanto, en estudiar si el elemento de fortificación elegido es capaz de garantizar la seguridad necesaria para las fuerzas propias que hacen uso de él. De no ser así, se tratará de encontrar alguna mejora que subsane esa falta de seguridad.

3. Consecuencias asociadas a los objetivos del proyecto

Las lecciones aprendidas más evidentes que todo lector se llevará consigo serán el conocimiento en torno al término híbrido y lo que este conlleva en el paradigma geoestratégico actual y futuro. Además, el estudio de diversos medios de fortificación pondrán de manifiesto las debilidades y fortalezas de unos respecto a los otros. Finalmente, se proponen posibles mejoras a un elemento de fortificación concreto, elemento con gran cantidad de datos relativos a su funcionamiento y desempeño a gran escala pero no tanta información para pequeñas unidades. Dichas mejoras, de no ser de aplicación directa, podrán servir para guiar futuros trabajos.

4. Metodología seguida

La herramienta DAFO se ha empleado en varios puntos del trabajo (análisis de diversos IED's, estudio de dos elementos de fortificación,...), las conclusiones de estos estudios se presentan en esta memoria. Un estudio del estado del arte ha servido para saber qué amenazas híbridas están presentes en el paradigma actual. Gracias a una tabla resumen que da paso a una ponderación se puede fundamentar qué amenaza híbrida es la principal. El uso de un análisis *make or buy* permite conocer, en el **anexo E**, si resulta factible comprar un tipo de fortificación. Se ha empleado la herramienta *Excel* para la realización de ciertos cálculos sobre un modelo de sólido rígido y los esfuerzos que este soporta. Un análisis de costes en torno a la solución al problema planteada cierra el trabajo junto con el diseño de dicha solución empleando Solidworks.

5. Enemigo híbrido

Las guerras híbridas no son el futuro de los conflictos, son el presente de los enfrenamientos armados. El término híbrido puede parecer que no encaja dentro del alcance de lo que define lo bélico pero, nada más lejos de la realidad, desde hace años está en auge; suele acompañar a distintos conceptos, siendo los más usuales los siguientes:

- Guerra híbrida, en caso de que a uno de los contendientes se le considere híbrido por los medios de los que dispone y cómo los usa.
- Amenaza híbrida, en relación a lo que este bando combatiente es capaz de hacer.
- Enemigo híbrido, referido al actor transnacional considerado como tal.

A. Concepto

Para definir este término se puede tomar como apoyo el gráfico contenido en la imagen 1. En esta imagen se puede ver, en primer lugar, la definición de conflicto asimétrico: Un conflicto que enfrenta a dos o más partes donde al menos una de ellas, bien por necesidad o por no poder hacer uso de otros medios, emplea unas capacidades militares desemejantes y con diferencias en su doctrina y modelo estratégico, en otras palabras, un conflicto que enfrenta a un actor asimétrico y otro simétrico. Poniendo un ejemplo, la asimétrica guerrilla talibán en Afganistán contra la simétrica coalición occidental. Es este tipo de enfrentamientos, los asimétricos, a los que las fuerzas armadas occidentales vienen plantando cara desde principios del siglo XXI pero, como en todo campo, la evolución es un hecho patente.

Así, hablando en términos de evolución, se introduce al enemigo híbrido como un actor asimétrico evolucionado, que se refuerza para hacer frente a su propia amenaza: el país o coalición que se presenta como enemigo simétrico.

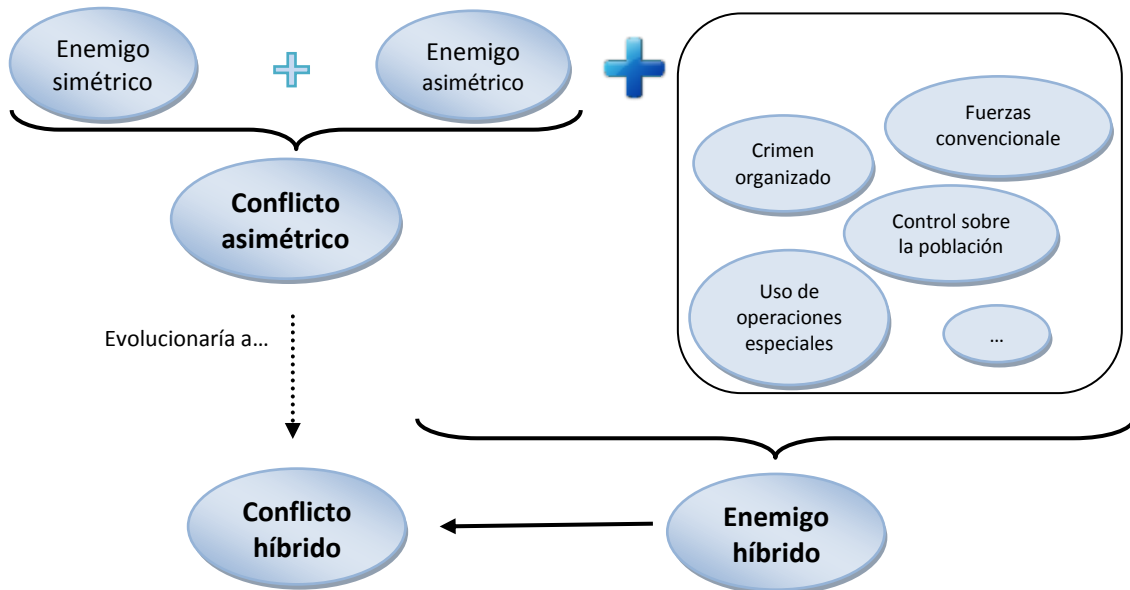


Imagen 1: Gráfico descriptivo de la evolución de un conflicto asimétrico a uno híbrido

La hibridez viene dada por un uso combinado de armas y tácticas convencionales e irregulares. Otro punto novedoso es el empleo de medidas más allá de las bélicas: Control de recursos energéticos, presión económica, uso de ciberguerra, empleo de medios de información, agentes de inteligencia,... Todo ello con el firme propósito de cumplir los objetivos políticos que la organización en cuestión se plantee.

Volviendo al gráfico de la imagen 1, un actor asimétrico que se ve reforzado por, al menos, las principales características entre las arriba citadas (terrorismo, uso combinado de simetría e irregularidad, control de la población,...) se entiende como evolucionado en un enemigo híbrido. El conflicto que este enemigo híbrido plantee a un actor simétrico se denominará guerra híbrida.

B. Evolución a lo largo de la historia.

Si se afirmase que el concepto objeto de estudio es nuevo no faltaría razón, no así cuando se dijera que lo que este concepto representa es totalmente original.

A lo largo de la historia bélica ha habido multitud de casos en los que el débil gobierno se ha debido enfrentar a la gran superpotencia y, en pos de garantizar la pervivencia, desarrollar todo tipo de artimañas que hagan caer al gigante. Ejemplos son la conquista de Hispania por parte de la superior Roma a partir del año 218 a. C., conflicto dónde las tropas guerrilleras supusieron que se entendiese a la península como un terreno conquistado pero nunca pacificado. Otro ejemplo es la guerra de

independencia americana en el siglo XVIII donde, aparte de las irregulares acciones partisanas contra las tropas regulares británicas en tierra, se libró un combate marítimo donde el uso combinado de pequeñas y rápidas embarcaciones rebeldes pudo evitar los barcos de guerra británicos, permitiendo así capturar y hundir numerosos mercantes.[1]

Finalmente, no se puede dejar de hablar del conflicto entre Israel y Hezbollah en 2006 por ser considerado el punto de partida de los enfrentamientos híbridos. El motivo es simple, la organización musulmana empleó en este conflicto numerosos sistemas de armas modernos y combatientes bien entrenados que actuaban siguiendo una doctrina de combate irregular. Encontramos así que se usaron tácticas asimétricas mezcladas con un proceder típicamente regular, en otras palabras, una guerra híbrida primigenia.

C. Situación actual.

En una aproximación del paradigma actual de los conflictos armados recientes o en desarrollo, en el **anexo A** se plantea un estado del arte en el que se estudian aquellos que por su semejanza a la asimetría o hibridez destacan. Los actores objeto del citado estudio son China, Irán, Hezbollah e ISIL¹.

Se toma ISIL como el máximo exponente tanto en términos de amenaza como de características híbridas. El porqué de su hibridez es sencillo: Empleo de terrorismo, tanto a nivel local que busca la consecución de objetivos tácticos como a nivel global y la expansión del terror entre quien resulte una amenaza; uso de tácticas y fuerzas simétricas y asimétricas simultáneamente, estricto control de la población, uso de medios de información y redes mediáticas de forma magistral, empleo de crimen organizado,... Son muchos los motivos que hacen de esta organización un ejemplo de enemigo híbrido.

Pero lo importante, y el quid de este apartado dentro del TFG, no es qué actor se presenta como la mayor amenaza sino el saber qué amenaza ostenta el papel de ser la principal por su importancia, letalidad o probabilidad de uso.

1) Amenazas que plantea.

Se ha explicado que en un conflicto híbrido cabe encontrar tanto tácticas y sistemas de armas típicamente simétricos como irregulares; entre los denominados simétricos podríamos citar piezas de artillería, carros de combate o apoyo aéreo. El alcance de este trabajo abarca el modelo asimétrico por lo que estos medios quedan descartados.

¹ En el anexo en cuestión se explica tanto la procedencia y significado de estas siglas como lo propio del resto de nombres que esta organización islamista radical recibe.

Se ha centrado el estudio de la amenaza en lo irregular o asimétrico y, retomando a los actores presentados, en aquello que puede llegar a emplear ISIL. Esta organización demuestra capacidad para usar multitud de sistemas de armas que cabría clasificar como típicamente asimétricos: fusilería, ametralladoras, vehículos (tanto capturados, carros de combate o blindados, como modificados) y artefactos explosivos improvisados entre otros. Pero las amenazas no solo vienen por parte de aquello que unos se puede encontrar en el campo de batalla, el terrorismo, la lucha mediática entendida como la captación de nuevos combatientes o el retorno de estos terroristas a sus países de origen son consideradas amenazas de igual forma.

Se ve, por tanto, que la amenaza que un enemigo híbrido plantearía va desde el terrorismo internacional o los medios de comunicación y redes sociales como canales de captación, hasta empleo de vehículos típicamente militares y otros modificados o el uso de fusilería y ametralladoras, pasando por los conocidos artefactos explosivos improvisados en cualquiera de sus formas.

2) Principal amenaza.

En vista de lo previamente planteado, y basando lo sucesivo en la información recopilada en los **anexos A y B**, se plantea a continuación qué sistema de armas se trata como principal amenaza y por qué. Aclarar que en este apartado se habla de un sistema de armas por ser el objetivo de este trabajo enfrentar un elemento de fortificación a la amenaza que se le oponga; es por ello que no se consideran otros elementos como amenazas, véase el terrorismo o el retorno de excombatientes a sus países de origen.

En el **anexo A** se llega a la conclusión de que la principal amenaza será el IED que emplea con frecuencia las organizaciones islamistas y, concretamente, ISIL. Este tipo de artefacto, usado asiduamente como trampa explosiva, ha sido el protagonista de importantes atentados, algunos recientes, cuya autoría se asocia a ISIL. Entre estos atentados encontramos el ataque a la embajada española en Kabul a finales de 2015, el asalto al aeropuerto de Kandahar en la misma ciudad unas semanas antes y otros muchos casos que se resumen en la imagen siguiente.

La imagen 2 muestra los ataques perpetrados directamente o con influencia de ISIL desde octubre de 2014 hasta enero de 2016, un lapso de tiempo que ronda los 16 meses. En este período se registran 70 incidentes de importancia, más otros muchos que no aparecen en este histórico. El más reciente es el acaecido el 14 de enero de 2016 en Indonesia, donde una serie de explosiones y disparos en Yakarta dejaron varios fallecidos. Las regiones más castigadas serían Libia y Egipto, con influencia del ISIL.

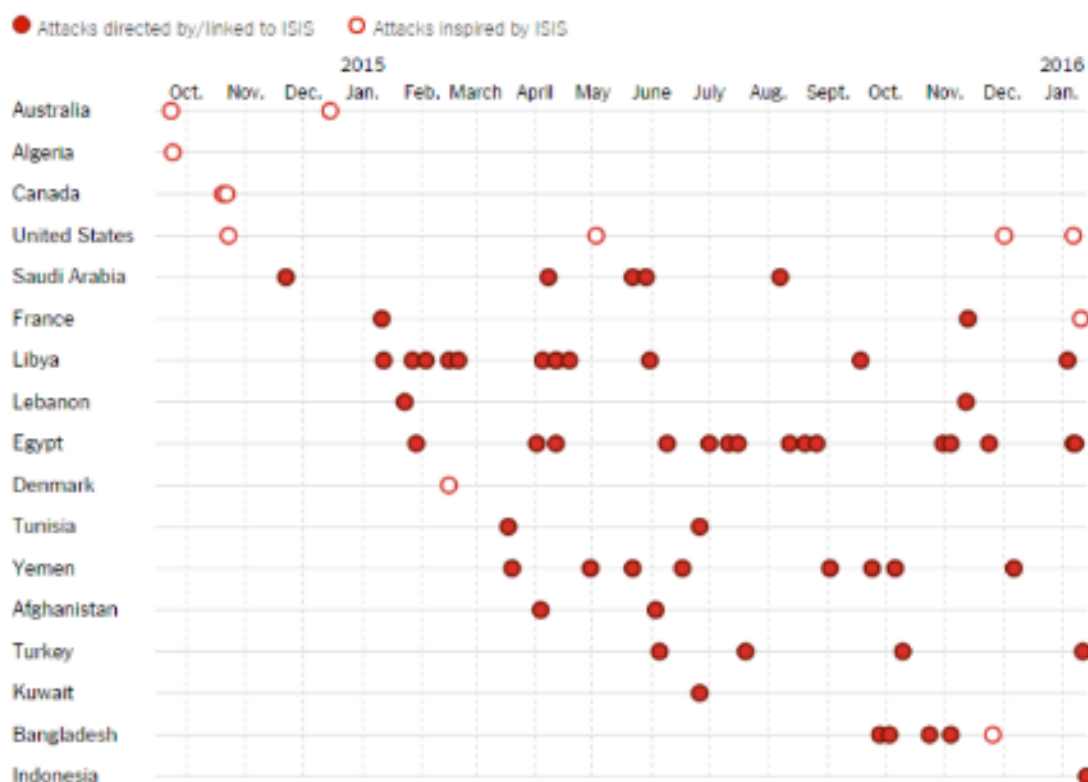


Imagen 2: Principales actos terroristas perpetrados por el Estado Islámico. Fuente: www.theguardian.com enero

El **anexo B** estudia los IED en profundidad, abordando desde qué los compone hasta cómo se usan pasando por clasificaciones en función de su modo de activación o en de qué los contiene.

Para poder entender mejor por qué se llega a las conclusiones que más abajo se citan, a continuación se dan unas nociones sobre estos artefactos. Se componen de dispositivo de armado y disparo, explosivos y confinamiento. Los primeros cumplen la función de tener que activar el explosivo y causar así la detonación. Los explosivos pueden ser primarios o secundarios atendiendo a su uso y, dependiendo de su procedencia, militares, civiles o caseros (los más habituales en los casos que nos incumben). Finalmente, tenemos los contenedores que no son más que el lugar en el que se encuentra introducido el artefacto: una garrafa, un proyectil de artillería, un vehículo,... Cumplen una doble función que es la de contener el IED y, a su vez, ser fuente de fragmentos.

Otro punto que aborda este anexo son los daños que provoca una explosión y que los causa. Se habla de la onda expansiva y de fragmentos. La primera se genera por la sobrepresión que surge al detonar el artefacto, esta sobrepresión produce graves daños en un cuerpo humano pudiendo causar incluso la muerte; se combate interponiendo distancia entre esta y su objetivo. Los segundos (fragmentos de metal que salen

despedidos a altas velocidades) pueden ser primarios, generados por el mismo contenedor, o secundarios, causados por efectos de la explosión.

El núcleo duro del citado anexo es un análisis DAFO para cada uno de los cuatro tipo de artefactos que se consideran más importantes entre los diversos que se explican: CWIED o activado por cable, RCIED o activado remotamente, SVIED o artefacto suicida y VBIED o vehículo bomba (suicida en la mayoría de ocasiones). El análisis da paso a una tabla resumen con una serie de columnas (ver imagen 3).

Estas columnas se han rellenado con la información correspondiente a cada tipo de IED, extraída esta de la información recopilada gracias al mentado DAFO que resume las principales características de cada artefacto. A partir de esta información se ha confeccionado una segunda tabla que ordena los resultados obtenidos, clarificando de este modo qué tipo de IED es el que habremos de tratar como la principal amenaza.

	<i>CWIED</i>	<i>RCIED</i>	<i>SVIED</i>	<i>VBIED</i>
Materiales: coste económico & facilidad en provisión.	4	3	2	1
Coste en vidas humanas: Baja del terrorista.	3	4	1	2
Coste en vidas humanas: bajas provocadas.	1	2	3	4
Importancia táctica: objetivos alcanzados.²	1	3	2	4
Necesidad de conocimiento técnico para fabricarlo.	4	1	2	3
Instrucción necesaria para su uso.	4	2	1	3
Efectos causados (daño material y personal).	1	3	2	4
Probabilidad de detección (si detectado, contramedidas efectivas)	1	3	4	2

CWIED 19 \equiv 5.94

RCIED 21 \equiv 6.56

SVIED 17 \equiv 5.31

VBIED 23 \equiv 7.19

Imagen 3: Tabla numerada y calificación obtenida por cada artefacto.

Extraída del anexo B, la imagen 3 muestra los valores asociados a cada factor tratado así como la nota para cada IED y su conversión con el 10 como nota más alta

La nota más alta, el 4, se asocia a los artefactos que mejor resultan para los terroristas mientras que el 1 se reserva para aquellos IED que nos son menos perjudiciales.

² Hace mención a lo que consiguen los terroristas al hacer uso de cada tipo de IED. Un SVIED es más importante que otros por la facilidad para disimularlo y el efecto sorpresa que se puede llegar a conseguir, por ejemplo. Por otro lado, la posibilidad de atacar la entrada a una base, el punto más débil, hace de los VBIED un artefacto de alto rendimiento.

Como se ve en la imagen 3, el VBIED y el RCIED demuestran ser los artefactos de mejor rendimiento para el enemigo insurgente. En el **anexo B** se cita un estudio realizado por la revista AARMS que explica el porqué de la gran incidencia de artefactos IED en Afganistán así como los altos porcentajes de VBIED y RCIED encontrados, estudio que nos verifica la cercanía a la veracidad de los resultados.

Se puede ver, por tanto, qué tipo de IED será el más temido por quien hubiera de enfrentarse a un enemigo que plantee una amenaza híbrida. Basándose en los criterios de peligrosidad y de probabilidad, los artefactos que resaltan por su importancia, junto con los principales motivos, serán los siguientes:

Fácil de hacer, no requiere de importantes conocimientos técnicos. Fácil de situar y activar.	Barato, emplea HME y contenedores de sencilla adquisición (garrafas, bombonas,...).	Gran letalidad, capaz de portar cuantioso explosivo y genera fragmentos.	Difícil empleo de contramedidas que resuten efectivas y paren el ataque.
RCIED		VBIED	
En la mayoría de casos el terrorista logra escapar airoso. En ocasiones nadie ha de estar presente para detonarlo.	Puede instalarse brevemente, afectando a una zona limpiada, o situarlo y usarlo al tiempo.	Un perímetro defensivo garantiza la impermeabilidad del recinto.	Al poder ser usado en modo estático ofrece el peligro añadido de sufrir un ataque por sorpresa.

Imagen 4: IED más probable (izquierda) y más peligroso (derecha).

Refundiendo lo previo, el título del presente trabajo habla de medios de fortificación contra la amenaza del enemigo híbrido; queda visto hasta este punto qué es el enemigo híbrido, cuáles son las amenazas que plantea y, dentro de estas, cuál es la principal.

Finalmente, se elige como amenaza principal sobre la que se habrá de enfrentar un elemento de fortificación, el VBIED o vehículo bomba ya que es a este tipo de IED al que nuestras bases en operaciones habrán de plantar cara. Se descarta el RCIED no por su poca incidencia o peligrosidad sino por no darse la situación de enfrentamiento ante una fortificación, es decir, por quedar fuera del alcance de este proyecto.

6. Fortificación

Sin entrar en pormenores históricos de la poliorcética del ejército español, en este punto se verán unas nociones acerca del tipo de bases que se construyen y habitan cuando se ha de desplegar fuera del territorio nacional, así como ciertos matices en torno a cómo y con qué se fortifican estas.

Tras el estudio de estos conceptos, clasificaciones y definiciones se llegará al punto clave de cara al objetivo del trabajo: El elemento de fortificación que habrá de hacer frente a la amenaza elegida en el punto anterior.

Todo lo que se puede encontrar en las siguientes líneas viene explicado y fundamentado en los **anexos C**, desarrollado en torno a los diferentes obstáculos y medios de fortificación que habitualmente son empleados en zona de operaciones, **D**, que recoge todo lo relativo a las bases e instalaciones que se construyen y habitan fuera de territorio nacional y **E**, que enfrenta dos elementos de fortificación en un análisis DAFO para obtener, como conclusión, cuál de los dos se habría de usar.

A. Bases en operaciones

La presencia de nuestra nación en organizaciones internacionales y la firma de diversos tratados en relación a estas llevan a nuestras tropas a diversos despliegues en Afganistán, Líbano, Irak y otros países en nombre de organizaciones como la OTAN.

En ciertos países donde los recursos que puedan ofrecer las empresas locales o donde la infraestructura no sea tan avanzada como en otros, véase la menesterosa Afganistán en contraposición a la no tan mala Líbano, el lugar donde han de habitar las tropas allí desplegadas dependerá de nuestra habilidad en torno a la castrametación³. En otras palabras, y salvo que se ocupen bases internacionales, son los ingenieros militares del Ejército de Tierra quienes diseñan y construyen las bases que en misión se habitan.

Estas bases no son de diseño único y el modelo a construir dependerá de varios factores; así, se habla de tres tipos de bases que se llevan a cabo en zona de operaciones: FOB, COP y OP.

La FOB es una base de operaciones avanzada cuyo uso es el de planear y conducir misiones de estabilización así como mantener la capacidad de combate de las unidades y hacer efectiva la presencia de fuerza en la zona. Dispone de cierta autonomía ya que puede conducir y sus propias operaciones. Una de sus misiones tipo es desplegar unidades en posiciones avanzadas donde se puedan realizar misiones que, de otro modo, no podría llevar a cabo la propia FOB por estar fuera de su alcance.

Una COP se define como una base avanzada que depende logística y tácticamente de una FOB o elemento similar. En ella prima la seguridad sobre la comodidad, lo que limita sus estructuras e instalaciones. Destaca su temporalidad: Desde su instalación hasta el desmantelamiento pasarán en torno a 6 y 24 meses. Ha de estar situada en una zona dominante dónde pueda defenderse en caso de ataque, supuesto problemático ya que la poca entidad que la habita, en torno a 150 pax, dificulta su defensa.

³ RAE: Arte de ordenar los campamentos militares

Finalmente, el OP se trata de un puesto de observación, fortificado, ocupado por una unidad de pequeña entidad (en torno a 10 Pax). Destacado por una COP o FOB, su misión es proporcionar vigilancia e información sobre una zona oculta de la base de la que ha sido destacado. Habrá de prevenir o alertar de posibles ataques.

Sintetizando lo previo, la FOB es una gran base donde despliega la mayor parte del contingente. La COP, en cambio, es un campamento militar fortificado para una unidad entidad compañía. Su existencia es clara, la ampliación del área de influencia que poseería una FOB. La seguridad que ofrece viene dada por su carácter fortificado así como por quienes la habitan.

1) Problemática

No son extraños los casos en los que una base se ve hostigada por la insurgencia usando desde cohetes hasta granadas de mortero pasando por fusilería. Menos numerosas, no así inexistentes, son las situaciones en la que una COP se ha encontrado bajo el ataque de un grupo insurgente con la clara intención de tomar la base. La situación que toda fuerza aliada ha tomado como referencia es aquella acontecida en Wanat, Afganistán. Esta localidad fue el lugar elegido para la instalación de una COP estadounidense que, desafortunadamente, sufrió un ataque por un número cercano a los 200 insurgentes la madrugada del 13 de julio de 2008. Los ocupantes sumaban los 72 combatientes entre americanos y afganos, ocupaban la COP y el OP situado en las proximidades cuando el ataque comenzó a las 4:20 horas de la madrugada, 8 fallecidos y 32 heridos fue el resultado de este ataque. [2]

Entre los casos de ataques terroristas, o de insurgentes hacia la coalición, se citan varios en el **anexo A** en los que se hizo uso de uno o varios VBIED's. En la tabla 1 encontramos los ejemplos más destacados.

Los dos últimos casos de la tabla corresponderían a atentados perpetrados por ISIL en fechas próximas a la realización de este trabajo; concretamente, se muestran dos con un VBIED como protagonista.

Citando de nuevo al **anexo A**, en él se habla de la misión de mentorización ⁴en la que España participa en Irak con afán de instruir a las fuerzas armadas que luchan contra el Estado Islámico. Como se lee en diversas noticias, una de las tareas fundamentales es la de enseñar cómo combatir los IED's.

⁴ Misiones en las que las FAS de la nación anfitriona recibe entrenamiento militar y formación en áreas específicas.

Aeropuerto de Kandahar, Kabul, Afganistán	En diciembre de 2015 un grupo de en torno a 15 talibanes atacaron con vehículos bomba el perímetro, enfrascándose después en un enfrentamiento de 20 horas de duración.
Base aérea de Bagram, la de más importancia en su momento en Afganistán	Sufrió ataques con vehículos bomba, bien estacionados cerca de su ECP o bien en el perímetro. Entre 2007 y 2009 estos ataques han dejado diversos heridos, tanto locales como trabajadores americanos, y daños materiales.
FOB Salerno, cercana a la frontera con Pakistán	Tuvo que lidiar en junio de 2009 con un ataque que usó coche bomba donde 21 personas resultaron heridas.
Al-Zahra, barrio musulmán en Homs.	32 fallecidos y cerca de 90 heridos en un ataque con VBIED y terroristas suicidas acaecido el 28 de diciembre de 2015.
Cinar, Turquía.	Un ataque en base a VBIED dirigido contra una estación de policía acababa con la vida de 42 personas el 13 de enero de 2016.

Tabla 1: Casos de ataques a bases aliadas en oriente próximo y atentados con presencia de VBIED's. Fuente: [2].⁵

El concepto que se trata de asentar en este punto no es más que dejar constancia de que los ataques con una base tipo FOB, COP u OP como objetivo no son infrecuentes y para nada descartables. Además, en vista de que la amenaza más peligrosa a la que se enfrente quien deba defenderse de un enemigo híbrido es el VBIED, se plasman ejemplos reales de ataques perpetrados por ISIL en los que ha usado este elemento.

Tomando estas dos premisas como una, lo que toda fuerza que despliegue en territorio extranjero ocupado o dominado por un enemigo híbrido ha de tener en cuenta es la posibilidad de sufrir un ataque a sus bases, un ataque en el que se emplee un artefacto bomba con un vehículo como contenedor.

En este punto cabe preguntarse lo siguiente, ¿Sobre qué tenderá a atentar un VBIED? La premisa que el presente trabajo fundamenta es que el objetivo será una base de las anteriormente explicadas. Por motivos de alcance se elige una COP como objetivo de alto rendimiento para la insurgencia por la baja entidad que la guarnece y su lejanía respecto a la FOB que la despliega, se descartan los otros dos tipos de bases por los siguientes motivos:

- FOB: De grandes dimensiones, el ECP que poseen es parejo a la entidad de lo que protege. Se descarta este tipo de base por lo complejo de su sistema defensivo y por demostrar estar preparada para repeler un ataque con VBIED.
- OP: Lo nimio de esta fortificación hace de ella un pobre objetivo estratégico.

⁵ www.janes.com No solo están estas noticias sino que existen testimonios de excombatientes, cuentas de twitter de insurgentes, propaganda del estado islámico y diversos medios donde se habla de ataques perpetrados con VBIED's. Se escogen las mentadas noticias por ser las de fuente más fiable.

En definitiva, la problemática se resume y simplifica en un posible ataque usando un IED sobre vehículo cuyo objetivo sería el perímetro de una COP o su ECP.

B. Elementos de fortificación

En este punto relativo a la fortificación se habla de ECP, el perímetro de una base, elementos defensivos,... Este apartado muestra una clasificación de los medios que se encuentran en las mentadas bases. Con esta descripción extraída del **anexo C** junto a varias imágenes, se pretende que el lector se haga una idea del concepto aquí tratado.

TIPO	NOMBRE	DESCRIPCIÓN	USOS
Gaviones.	Contiflex.	Bolsas de grandes dimensiones, flexibles, fabricadas en tela o plástico.	Construcción de muros, protección balística, diques, acarreo de material,...
	Hesco Bastion.	Prisma rectangular, fabricado con una red metálica enrejada y recubierto en su interior por malla geotextil.	Muros, diques, pequeñas edificaciones, protección balística, muros de contención,...
Muros de hormigón	T-Wall.	Elementos de muro de hormigón armado prefabricados. Su forma en T es característica.	Delimitación de perímetros, compartimentación de bases, CKP's, ECP's,...
Taludes, fosos y medios contra vehículo.	En superficie.	Por norma general, taludes y obstáculos artificiales (campos de espárragos, caballos de frisa, barreras de pinchos,...).	Contención de vehículos, control de avenidas de aproximación, prohibición de uso de rutas,...
	Excavadas.	Fosos y bermas. Acostumbran a ir acompañados de medios en superficie. Necesitan de medios específicos para su remoción.	Oposición al paso de vehículos, medida preventiva, corte de carreteras y caminos, medio de compartimentación del terreno,...
Obstáculos típicos del arma de ingenieros.	Concertina y alambrada rápida.	Tramos que una vez desplegados alcanzan entre 6 y 10 metros. Fáciles de transportar y sencillos de instalar.	Creación de barreras anti personal o vehículos. Se suelen instalar en la parte superior de vallas perimetrales.
	Vallas metálicas o de alambre de espino.	Se encuentran en todo tipo de obras o instalaciones. Las de alambre van cayendo en desuso en pos de la alambrada rápida.	Evita la entrada de personal, así como que elementos lanzables alcancen el interior de la base.

Tabla 2: Medios y materiales de fortificación y defensivos, información extraída del **anexo C**.

Asociando los elementos de la tabla previa al concepto que nos atañe, los medios defensivos más característicos de una COP, la siguiente imagen relaciona los principales elementos con sus funciones más habituales.



Imagen 5: Gráfico que representa de qué elementos consta un ECP y el perímetro de una COP.

Y, finalmente, unas imágenes que muestran un posible modelo del ECP de una COP así como elementos del perímetro que rodea a esta.

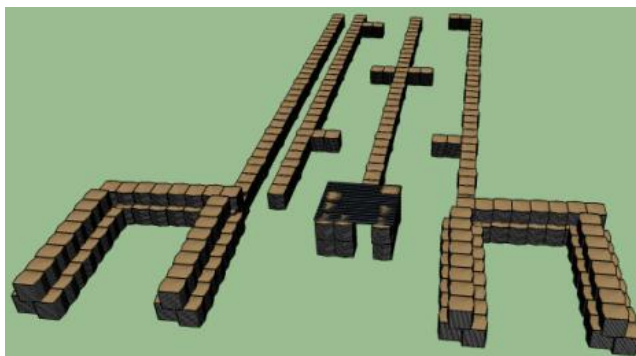
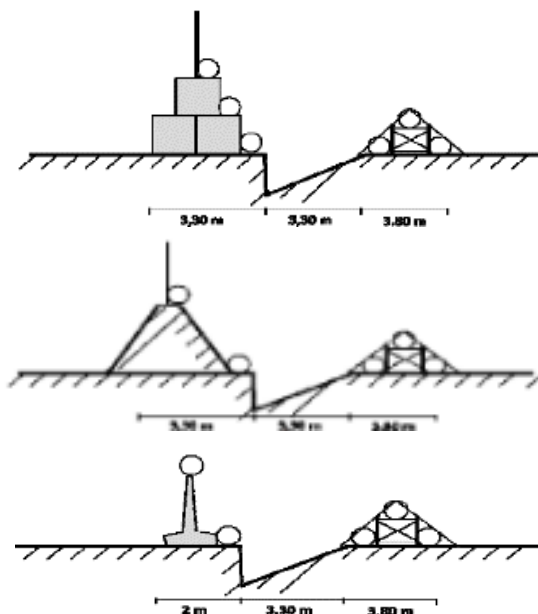


Imagen 6: Ejemplo de posible ECP para una COP.



Imagen 7: Izquierda: Ejemplo de perímetro defensivo en base a Hesco Bastion reforzado con alambrada rápida. Derecha, de arriba abajo: Muros perimetrales en base a Hesco Bastion, talud de terreno natural y prefabricado de hormigón.



C. Elección del elemento de fortificación.

Hasta ahora se ha fundamentado que un posible ataque con VBIED estaría potencialmente dirigido contra el perímetro de una COP o su ECP. Los elementos de fortificación que se pueden encontrar en estas partes de la base son, principalmente: Hesco Bastion y T-wall (muros de hormigos prefabricados).

En el **anexo E** se puede encontrar un análisis comparativo que sigue una secuencia tipo DAFO. En él se definen las debilidades, fortalezas, amenazas y oportunidades de

estos dos elementos de fortificación para, seguidamente, crear una matriz que las exponga. Tras dicho análisis, y como dato de mayor interés, se encuentra resumido un estudio obtenido de la casa Hesco en el que se enfrentan las capacidades del T-wall a las de los gaviones Hesco en lo que concierne a mitigar los efectos de una detonación.

A continuación se pueden ver ambas matrices y las conclusiones que extrae este apartado en cuestión de qué elemento de fortificación es el más idóneo dada la amenaza planteada.

El citado estudio pone cara a cara las propiedades de los muros de hormigón frente a los gaviones rellenables en materia de mitigar los efectos de las explosiones. Las conclusiones que expone son las siguientes:

	Aspectos favorables	Aspectos Desfavorables
Análisis interno	<p>FORTALEZAS</p> <ul style="list-style-type: none"> - Se pueden reparar si resultan dañados o sustituir si el daño es mayor. - Adaptabilidad al terreno en términos de material con que rellenar (se puede usar tanto arena como nieve, entre muchos otros). - Rapidez de montaje e instalación, no así de rellenado. - Posibilidad de cumplir misiones de decepción: instalación rápida sin ser llenado. - Las celdas no son pesadas, con personal se pueden manipular e instalar. - La empresa ofrece multitud de tamaños y dimensiones, se puede hacer frente a todo tipo de necesidades. - Capaces de resistir todo tipo de ataques, desde impactos de fusilería hasta bombas de aviación o VBIED. - Se pueden retirar/recuperar si hiciera falta dismantelarlos. 	<p>DEBILIDADES</p> <ul style="list-style-type: none"> - Necesidad de explanar el terreno donde se asentaran. Se necesita mantenimiento. - Los zapadores que lo manejan requieren instrucción previa. - Necesidad de maquinaria para el transporte de los gaviones. - Se deben instalar medidas anti personal (valla) en todo muro perimetral de Hesco. - Para construcciones en altura se ha de seguir una forma piramidal: alto gasto de material.
Análisis externo	<p>OPORTUNIDADES</p> <ul style="list-style-type: none"> - Poder usar todo tipo de material para el relleno. - Se dispone de una vasta experiencia en la empresa: Disposiciones a adoptar en función de la amenaza. - Caro en su compra, muy buena amortización: duradero, fiable,... 	<p>AMENAZAS</p> <ul style="list-style-type: none"> - Climatología (lluvia y nieve) - Necesidad de material de relleno específico: problemas logísticos - Necesidad de trabajos previos en el terreno donde se situará.

Imagen 8: DAFO para Hesco Bastion. Fuente: Anexo E.

	Aspectos favorables	Aspectos Desfavorables
Análisis interno	FORTALEZAS <ul style="list-style-type: none"> - Uniones macho-hembra garantizan su estabilidad. - Útil como compartimentador - Versátil, destaca su capacidad para canalizar vehículos - No requiere de mucho personal para su instalación. - No necesita de personal con cualificación extraordinaria. - Resiste la mayor parte de impactos a los que se pueda ver sometido. - Buen disipador de onda expansiva ante detonaciones 	DEBILIDADES <ul style="list-style-type: none"> - Reparación prácticamente imposible. - Recuperación de material no viable. - Proyecciones que genera ante efecto de un ataque. - Posibilidad de volcar ante un fuerte impacto.
Análisis externo	OPORTUNIDADES <ul style="list-style-type: none"> - Beneficio que supone su compra respecto la fabricación propia. - Fiable y seguro - 	AMENAZAS <ul style="list-style-type: none"> - Coste monetario. - Problemas logísticos: transporte. - Instalación lenta. - Ausencia de información o datos técnicos.

Imagen 9: DAFO para T-wall. Fuente: Anexo E.

- Ante una explosión, el método idóneo para defenderse es el uso de *stand-off* o distancia de seguridad. Se consigue fácilmente con muros.
- Ante una detonación de gran magnitud cualquier tipo de muro fallaría. Uno en base a Hesco Bastion lo haría de forma segura⁶ y, además, son más fáciles de instalar.
- Otros muros, como son los de albañilería o de hormigón, tienen parecidas cualidades para parar la onda expansiva, no así para detener el vehículo.

Por tanto, en base a las anteriores conclusiones junto a los significativos DAFO's, el elemento de fortificación elegido para hacer frente a un ataque con VBIED es el Hesco Bastion gracias a la versatilidad de este producto, su capacidad para reducir la energía de la onda expansiva y el buen desempeño en la tarea de detener el vehículo y mitigar su impacto.

7. Estudio: Amenaza híbrida frente al elemento de fortificación

A continuación se pueden encontrar una serie de cálculos que abordan la temática raíz de este trabajo: Comportamiento del Hesco Bastion frente a un VBIED. Este

⁶ *Fail safely*: La detonación lo haría fallar pero no generaría metralla ni causaría daños secundarios, lo contrario que un muro de hormigón.

apartado aborda, concretamente, la problemática en torno al impacto de un vehículo en un muro de gaviones rellenos de un material determinado. Ciertamente es que se considera el artefacto como amenaza, entre otras cuestiones, por su capacidad explosiva; pero el estudio de esta detonación escapa al alcance del proyecto y, además, se asume el Hesco Bastion como elemento de fortificación suficientemente capaz de absorber estos efectos, tal como se ha explicado en su análisis frente a los T-wall.

A. Planteamiento del problema.

El caso de estudio será el ataque con un vehículo sobre un conjunto limitado a una, dos o tres celdas unidas que hagan las veces de muro defensivo. El motivo de esta consideración es sencillo: El punto con menor capacidad defensiva por cantidad de gaviones es la entrada de la base, lugar donde su CKP posee conjuntos de máximo tres celdas que habrían de parar un posible ataque (ver imagen 8). A su vez, en los CKP's montados en cualquier ruta el frente de gaviones que han de parar un coche no suele superar las tres unidades.

En el **anexo F** se pueden encontrar los pormenores detallados en torno a los cálculos presentados a continuación. Uno de los factores clave necesarios para la realización de los mismos es el asumir las siguientes cuestiones:

- El Hesco Bastion relleno se trata como un sólido rígido: Todo él es un elemento compacto.
- La fuerza del impacto del vehículo se toma como una fuerza estática equivalente.
- Las medidas de las celdas, extraídas de un PPT, se toman como medidas estándar extensibles a otros gaviones.
- Sin importar hasta qué altura esté relleno el gavión, este sólido rígido tendrá siempre las mismas dimensiones pero no el mismo peso.
- El grado de compactación del material de relleno es uniforme.
- Se supone una altura de impacto del vehículo equivalente a la altura del centro de masas de este.

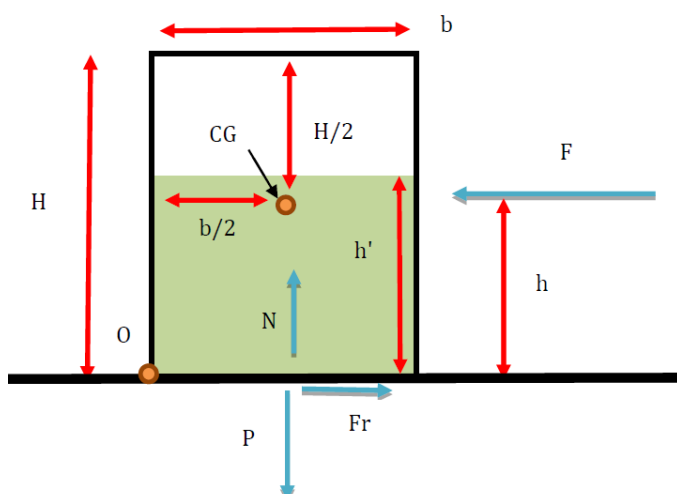


Imagen 10: Diagrama de cuerpo libre usado para el estudio

En la imagen 10 vemos el modelo usado para los cálculos. En azul se ven las fuerzas que afectan al conjunto (fuerza de impacto, normal, peso y fuerza de rozamiento) y en rojo las medidas del elemento de fortificación.

Como se puede ver, el problema que se plantea resolver es el impacto de un vehículo

contra un sólido rígido, impacto tratado como una fuerza estática equivalente. En la imagen siguiente se puede ver el diagrama del cuerpo libre utilizado para resolver la cuestión de si el cuerpo desliza o vuelca, junto con las unidades usadas.

Se ha tratado de estudiar el posible deslizamiento y/o vuelco siguiendo el análisis de fuerzas que a continuación se detalla, tras este están las conclusiones y su interpretación.

Para el deslizamiento se busca hallar la fuerza resultante del impacto y comparar esta con la fuerza que se le opone.

Desarrollo:

$$\sum F_x = 0 \rightarrow F = Fr \quad (1)$$

$$\sum F_y = 0 \rightarrow N = P \quad (2)$$

Dado que buscamos conocer el valor de Fr , se hará uso de las siguientes fórmulas para hallarlo:

$$Fr = \mu * N \quad (3)$$

$$P = m * G \quad (4)$$

Partiendo de (3) e introduciendo en ella (2) y (4), en ese orden, se obtiene:

$$Fr = \mu * m * G \quad (5)$$

Y sustituyendo la masa, que es igual a volumen ($V=b^2*h'$) por densidad (ρ) por número de celdas (n), se llega a:

$$Fr = \mu * n * b^2 * h' * \rho * G \quad (6)$$

O dicho de otro modo, **deslizamiento inminente**. Para una $F < o > Fr$, el cuerpo permanecerá estático o se moverá respectivamente. En otras palabras, (6) nos indica que Fr dependerá del peso, influenciado por n y por h' como valores variables.

Para el vuelco se busca calcular el momento generado por el impacto, el que favorece el vuelco) y enfrentarlo a los momentos estabilizadores.

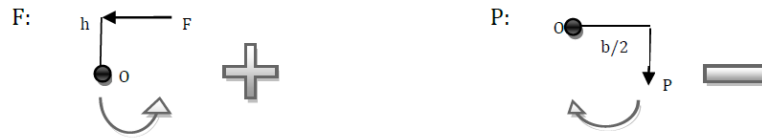
Desarrollo:

$$\sum M_o = 0 \quad (1)$$

Los momentos ($M=F*\text{distancia}$) se calculan respecto al punto O . Dos fuerzas no generan momento:

- N : Por tener su punto de aplicación en O . Apuntar que en el instante de vuelco inminente el cuerpo se considera apoyado únicamente en O .
- Fr : Por estar en el mismo plano que O .

Momentos para las dos fuerzas restantes:



Resultados introducidos en (1):

$$F * h = P * \left(\frac{b}{2}\right) \quad (2)$$

Se despeja F y sustituye P (valor análogo al visto en deslizamiento):

$$F = \frac{P * b}{2 * h} = \frac{m * G * b}{2 * h} = \frac{V * \rho * G * b}{2 * h} = \frac{n * b^3 * h' * \rho * G}{2 * h} \quad (3)$$

Condición de **vuelco inminente** (3): para valores de $F > 0$ o < 0 el cuerpo volcará o no se moverá respectivamente. Finalmente, (3) nos indica que el vuelco dependerá directamente del peso del sólido rígido e indirectamente de la altura de impacto.

$F > \mu * n * b^2 * h' * \rho * G$	$F > \frac{n * b^3 * h' * \rho * G}{2 * h}$
El sólido deslizará.	El sólido volcará.
$F < \mu * n * b^2 * h' * \rho * G$	$F < \frac{n * b^3 * h' * \rho * G}{2 * h}$
El sólido permanece estático.	El sólido no volcará.

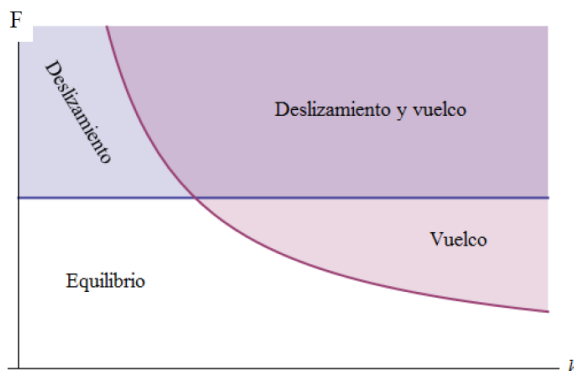


Imagen 11: Arriba: Conclusiones obtenidas tras el estudio del vuelco y deslizamiento. Izquierda: Interpretación gráfica de las mismas.

Se ve en primer lugar las condiciones límite de vuelco y deslizamiento a las que se ha llegado. A su vez, del gráfico de la imagen 11 se interpreta que el resultado del choque dependerá de F o fuerza de impacto y h o altura del mismo. En función de estos dos datos, el sólido rígido tenderá a volcar si la fuerza es moderada y el punto de aplicación alto, o a deslizar si la fuerza es intensa pero el punto de aplicación bajo.

B. Cálculos y resultados.

Los cálculos hacen uso de distintas variables como la gravedad o el coeficiente de rozamiento, los valores que toman son los siguientes:

g : Calculada para Siria e Irak gracias al GIS del PBT ⁷ . 9.7696225 m/s ²	ρ : Tierra con alto porcentaje de arena. 1500 Kg/m ³	b : Planta cuadrada de 1 metro de lado. H : 1,4 metros. Obtenido de un PPT.	μ : A partir del ángulo de rozamiento interno, α , de la tierra de relleno. ($\mu = \tan \alpha$). 0.67450852	n : Valdrá 1, 2 y 3 en función del cálculo. h : Particular para cada caso.
---	---	---	---	---

Tabla 3: Variables a usar y los valores que se les da. Fuente: Anexo F.

En el anexo correspondiente se tratan dos casos: Uno según el CTE y otro para el típico vehículo usado por ISIL. En estas líneas se explica el primer caso por la fiabilidad de sus datos y el coeficiente de seguridad que demuestra tener⁸. El CTE ofrece un choque con un vehículo de 30 kN a 0,6 metros de altura (h) que equivaldría a una fuerza estática de 50 kN (F). A continuación se muestran los resultados de los cálculos:

		Número de celdas (n)					
		1	2	3	1	2	3
Altura de relleno de material (metros) (h')		0,2	0,2	0,2	0,7	0,7	0,7
Deslizamiento	Fimpacto (N)	50000,00	50000,00	50000,00	50000,00	50000,00	50000,00
	Frozamiento (N)	1976,91	3953,82	5930,72	6919,18	13838,36	20757,53
Vuelco	Fimpacto (N)	50000,00	50000,00	50000,00	50000,00	50000,00	50000,00
	Fvuelco (N)	2442,41	4884,81	7327,22	8548,42	17096,84	25645,26

Tabla 4: Fragmento de la tabla Excel usada para los cálculos.

Como se ve en la tabla 4, volcaría para los casos de una, dos y tres celdas rellenándolas con distintas alturas de

1	2	3	4
1,4	1,4	1,4	1,4
50000,00	50000,00	50000,00	50000,00
13838,36	27676,71	41515,07	55353,43
50000,00	50000,00	50000,00	50000,00
17096,84	34193,68	51290,52	68387,36

material, considerando además un caso extremo de cuatro celdas y máxima altura de relleno en el que se puede ver que no sucede ni vuelco ni deslizamiento. En rojo se muestran los casos de deslizamiento probable y del mismo modo en naranja para el vuelco.

La interpretación de estos resultados es sencilla:

- Dos situaciones en las que no volcaría: Cuando el sólido rígido opone una resistencia al vuelco mayor que la fuerza de impacto ejercida.
- Una situación en la que el sólido no desliza: El caso extremo de cuatro celdas rellenas hasta arriba (el deslizamiento es un problema que cabe solventar).
- Una sola situación en la que deslizaría sin volcar: El peso es lo suficientemente elevado para impedir el vuelco pero no así el deslizamiento.

Como conclusión decir que, en primer lugar, un vehículo que superase los 3.000 Kg ocasionaría daños que escapan a las capacidades del conjunto estudiado. En segundo

⁷ Gravity Information System del Instituto de metrología alemán (más información en **anexo F**).

⁸ El CTE supone un impacto con un vehículo de en torno a 3.000 Kg, es decir, una furgoneta de reparto cargada.

término, se ha de tratar de resolver el problema del deslizamiento del conjunto, así como el vuelco en la medida de lo posible.

Un CKP que obtenga la seguridad inmediata en base a gaviones de Hesco Bastion no puede permitirse que un VBIED que impacte en él sea capaz de superar las líneas de defensa, por ello a continuación se propone una medida resolutiva.

8. Propuestas de mejora

Con ánimo de solventar el problema del deslizamiento y vuelco previamente explicados, se plantea la posibilidad de diseñar un implemento a situar en la cara opuesta al impacto que fuera capaz de evitar el deslizamiento y reducir el vuelco a una posibilidad nula.

Dicho implemento ha de cumplir una serie de premisas de las que obtener los requerimientos finales. En el **anexo G** queda explicado lo que a continuación se plasma resumido:

- Ha de ser de fácil instalación y remoción, tanto en cuestión de tiempo a emplear, como de facilidad de montaje (ausencia de uniones con clavos o tornillos), como de personal y medios necesarios.
- Su transporte no debe suponer un quebradero de cabeza, será liviano resistente a la vez que el volumen que ocupe no será excesivo.
- Ha de ser polivalente, empleado en Hesco Bastion pero desplegable en todo tipo de terreno y situación, preparado para ser instalado con premura aportando así solidez mientras el gavión se rellena.

Con base en estos requerimientos, se considera una estructura triangular en base a vigas de madera que emplee, además, piquetas de dotación que aporten sustentación. En el apartado siguiente se podrá ver tanto los planos de los diferentes elementos del implemento como una representación del diseño final del mismo.

A. Implemento: Diseño.

Las piquetas a usar son las típicamente suministradas de dotación a las unidades de ingenieros. Se trata de picas de acero de 0,8 metros de largo con acabado en punta y lados rectos. La punta permitiría que fueran hincadas en el terreno y el lado recto permite que sujeten las vigas de madera. Además, dado que se encuentran en las unidades, su uso no supone tener que adicional. A continuación se puede ver una imagen de una piqueta diseñada en Solidworks:

Las vigas de madera serán de un metro de longitud y de planta cuadrangular de 0,15 metros de lado. Dos de ellas tendrán que ser manipuladas por personal con conocimientos de carpintería para que adquieran la forma que en la siguiente imagen se aprecia.

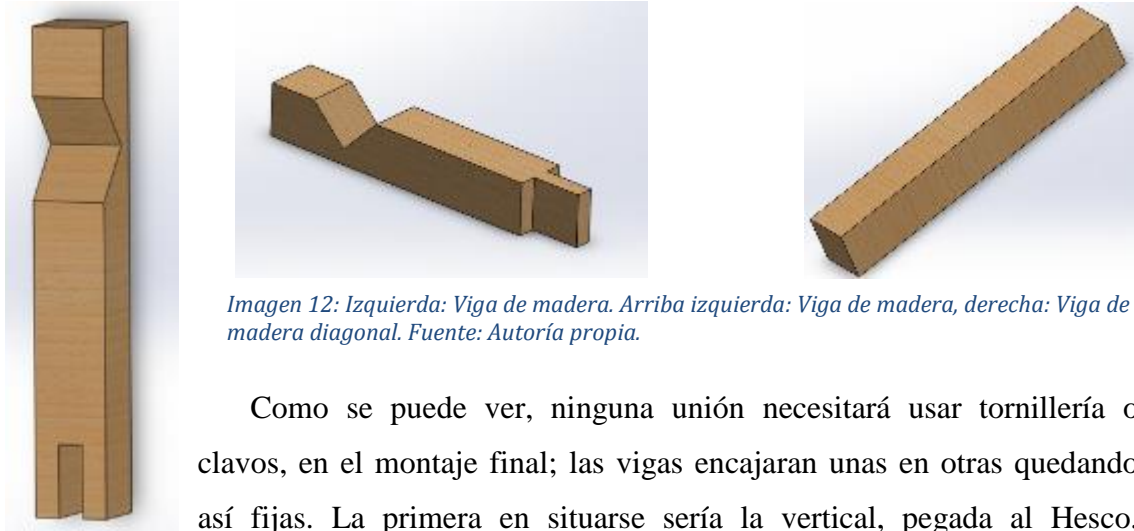


Imagen 12: Izquierda: Viga de madera. Arriba izquierda: Viga de madera, derecha: Viga de madera diagonal. Fuente: Autoría propia.

Como se puede ver, ninguna unión necesitará usar tornillería o clavos, en el montaje final; las vigas encajarán unas en otras quedando así fijas. La primera en situarse sería la vertical, pegada al Hesco, seguidamente la horizontal encajando en su orificio y por último la diagonal.

Finalmente, en la imagen que muestra el diseño final se puede apreciar cómo se han montado las piezas así como la situación de las piquetas y cómo se encuentra el conjunto respecto del gavión. Señalar que dos piquetas se hallan clavadas a los lados de la viga vertical para evitar su movimiento, y la tercera al final de la viga horizontal para evitar así el deslizamiento del sólido junto al implemento.

Los planos de las vigas vertical y horizontal junto con sus respectivas cotas, se pueden encontrar en el **anexo G**.

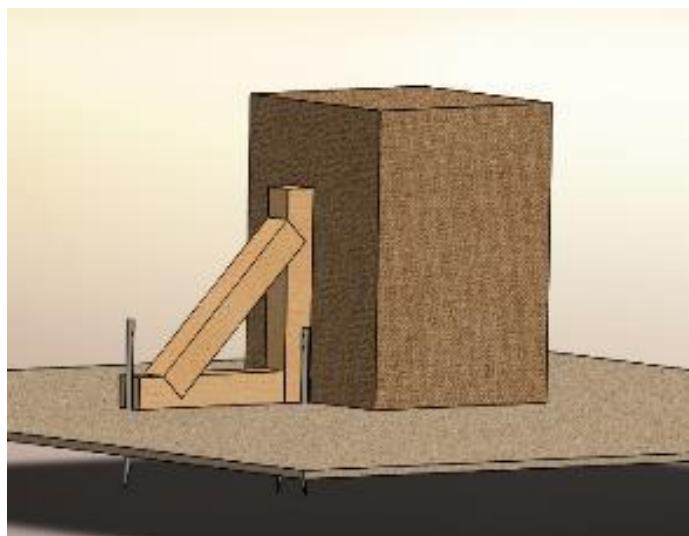


Imagen 13: Implemento colocado en el Hesco Bastion.

B. Estudio económico y viabilidad de las soluciones.

El aspecto económico no supone mayor problema, como se ha explicado anteriormente las piquetas no han de adquirirse sino que ya se encuentran en dotación.

Por otro lado, los elementos de madera son vigas de un metro de largo y planta cuadrangular de 0.15 metros de lado. El modelo exacto no ha podido encontrarse en el mercado consultado⁹ pero una aproximación basada en viga de similares característica lleva a pensar que el precio rondaría los 30 euros si se usase madera resistente como roble, haya o nogal.

Respecto a la viabilidad de las soluciones, en el anexo G se ha calculado la condición de vuelco inminente para el sólido rígido con el implemento y los resultados son satisfactorios: El deslizamiento se entiende como nulo gracias a la piqueta hincada al terreno y el vuelco queda reducido a los casos en que las celdas están prácticamente vacías (sin peso que aporte sustentación). En las siguientes imágenes se puede ver la nueva condición de desplazamiento y las conclusiones que aportan los cálculos.

$$F = \frac{P * (2 + b)}{2 * h} = \frac{m * G * (2 + b)}{2 * h} = \frac{V * \rho * G * (2 + b)}{2 * h} = \frac{n * b^2 * h' * \rho * G * (2 + b)}{2 * h} \quad (3)$$

		Número de celdas (n)					
		1	2	3	1	2	3
Altura de relleno de material (metros) (h')		0,2	0,2	0,2	0,7	0,7	0,7
Vuelco	Fimpacto (N)	50000,00	50000,00	50000,00	50000,00	50000,00	50000,00
	Fvuelco (N)	7327,22	14654,43	21981,65	25645,26	51290,52	25645,26

Imagen 14: Nueva condición de vuelco inminente y resultados para el cálculo en torno al vuelco.

En esta nueva condición presentada en la imagen 14 se aprecia que aparece un término $(2+b)$ el cual simboliza la nueva distancia hasta el punto de aplicación de momentos, distancia aumentada gracias al uso del implemento. Esta distancia permite que los vuelcos estabilizadores sean más grandes y beneficiosos para el cálculo.

Como se ve en la tabla, en esta ocasión el vuelco se efectuará cuando el sólido pese poco, es decir, en cuanto haya suficiente peso los momentos que provocan el vuelco no podrían generar el mismo. Vemos por tanto que el implemento es útil y beneficioso.

9. Conclusiones y trabajos futuros.

Como colofón se cierra esta memoria indicando que el estudio del enemigo híbrido nos ha llevado a demostrar que la principal amenaza que plantea son los IED, un estudio de estos artefactos ha demostrado que el que nos resulta de mayor incumbencia son los VBIED y que, si queremos defender nuestras bases con resultados satisfactorios, hemos de usar Hesco Bastion contra esta amenaza.

⁹ Bricomarkt, maderagarden y maderasAguirre.

No queriendo dejar el trabajo en este punto, se plantea la posibilidad del impacto de un vehículo ante un elemento de muro en base a Hesco Bastion aislado. El resultado de este enfrentamiento es que el vuelco o deslizamiento del conjunto es probable y el modo de solucionarlo sencillo: Uso de un implemento sencillo de instalar pero eficiente y eficaz de cara a evitar el deslizamiento y reducir drásticamente la casuística del vuelco.

Respecto a los trabajos futuros, todo el trabajo en torno al enemigo híbrido podrá guiar ulteriores indagaciones en este campo. Del mismo modo, el enfrentamiento realizado en torno al Hesco Bastion y el T-wall permite que quien busque información en torno a estos elementos pueda forjar una clara idea de sus usos y debilidades. Finalmente, el diseño del implemento garantiza la seguridad a gaviones que deban reforzarse, su estudio y demostración de eficacia queda patente de modo que es un inicio en posteriores trabajos que aborden la misma temática.

10. Bibliografía

Fuentes principales:

- [2] Centro de lecciones aprendidas del MADOC (Ejército de Tierra), *Ataques a bases militares en Afganistán*. Granada, 31 de marzo de 2010.
- [3] Frank G. Hoffman, Potomac institute for policy studies: *Conflict in the 21st century: The rise of hybrid wars*. Diciembre 2007.
- [4] Major John R. Davis Jr, United States Army, G5 Manoeuvre Planner, 1st Cavalry Division: *Continued evolution of hybrid threats: The Russian hybrid threat construct and the need of innovation*. The three swords magazine, nº28, 2015.
- [5] Pedro Sánchez Herráez, Instituto Español de Estudios Estratégicos: *La nueva guerra híbrida: Un somero análisis estratégico*. 29 de octubre de 2014.
- [6] Centro superior de estudios de la defensa nacional: Documentos de seguridad y defensa. *El enfoque multidisciplinar de los conflictos híbridos*. Mayo 2012.
- [12] IEEE, *La nueva guerra híbrida: Un somero análisis estratégico*. Pedro Sánchez, 29 de octubre de 2014.
- [41] Centro superior de estudios de la defensa nacional: Documentos de seguridad y defensa. *La seguridad frente a artefactos explosivos*. Septiembre 2009.
- [43] Hesco Bastion. *Hesco Handbook*. 2003
- [44] Ejército de Tierra. *OR5-409 ORG TERRENO GURANDES UNIDADES*.
- [45] Hesco Bastion. *Construction guide for engineers, version 2*. 12 de junio de 2011.
- [46] SÁNDOR SZABÓ, RUDOLF TÓTH y ZOLTÁN KOVÁCS. *Force protection solutions with HESCO Bastion Concertainer*. Miklós Zrínyi National Defence University, Budapest, Hungary.
- [49] Mando de adiestramiento y doctrina (Ejército de Tierra). *Defensa de bases en operaciones*. 2016
- [50] Hesco Bastion. *Technical information: HESCO Bastion concertainer units versus Concrete T walls in blast mitigation*. Enero 2016.
- [58] http://laplace.us.es/wiki/index.php/Sistemas_simples_de_s%C3%B3lidos_r%C3%ADgidos#Vuelco_inminente, consultada el 30/01/2016.
- [60] Ministerio de Defensa, Ejército de Tierra, Mando de Apoyo Logístico, Parque y Centro de Mantenimiento Central de Ingenieros. *ADQUISICIÓN DE 100 GAVIONES MODULARES TIPO HESCOBASTION (NOC: 5680990019396)*. 2 de marzo de 2010

Referencias y otras consultas:

- [1] Black, Jeremy. *War for America: The Fight for Independence, 1775-1783*. St. Martin's Press (New York, 1991)
- [7] Antonio Cabrerizo Calatrava: *Congreso Nacional de Estudios de Seguridad*, Universidad de Granada, 21-25 de Octubre de 2002
- [8] Freun, J.: *Sociología del conflicto*, Ediciones ejército, 1995.
- [9] Frank G. Hoffman, *Hybrid vs. Compound War. The Janus Choice of Modern War: Defining Today's Multifaceted Conflict*, Armed Forces Journal. Octubre 2009
- [10] José Luis Calo Albero, *La Evolución de las insurgencias y el concepto de Guerra Híbrida*, Revista Ejército, nº 822, Ministerio de Defensa, Madrid, 2009
- [11] McCuen, Jhon: *Hybrid wars, Military review*, marzo-abril de 2008.

- [13] Hybrid threat. Headquarters, Departments of the Army. *Chapter 5: Hybrid threat Tactics*. Noviembre 2010.
- [14] Huber, Thomas M., Fort Leavenworth, U S Army Command and general Staff College Press: *Compound Warfare: That Fatal Knot.*, 1996.
- [15] Nathan Freier, *The Defense Identity Crisis: It's a Hybrid World*, vol. 39, nº 3, otoño 2009.
- [16] Esdaille, Charles J.: *España contra Napoleón*. Editorial Edhasa, Barcelona, 2006.
- [17] *Manifiesto de Hezbollah*, Líbano, 1 de diciembre de 2009.
- [18] Mattis, James N.: *Commander's Guidance for Effects-based Operations*. Joint Force Quarterly, issue 51, p. 106, cuarto trimestre de 2008.
- [19] Andrew Scobell. *China's use of military force: Beyond the Great Wall and the Long March*. NY: Cambridge University, 2003
- [20] Estados Unidos, *Military Power of the People's Republic of China*. Office of the Secretary of Defence Annual Report to Congress: GPO, 2009
- [21] UK FCOC Paper.
- [22] Anthony Cordesman, *The Gulf Military Forces in an Era of Asymmetric Warfare*. 2009
- [23] Hossein Aryan. *A new line of defence*. 28 de enero 2009.
- [25] Cole Bunzel. *From Paper State to Caliphate: The Ideology of the Islamic State*. Marzo de 2015
- [42] Gulyás Attila. *The Radio Controlled Improvised Explosive Device (RCIED) threat in Afghanistan*. Academic and Applied Research in Public Management Science, volume 12 Issue 1 2013
- [48] Royal engineers, *Operation Herrick Handbook*. Enero 2010
- [51] Royal Engineers, *Force protection in Basra*. Diciembre de 2008
- [55] Dosificación de hormigones. www.ocw.unican.es, consultada el 28/12/2015
- [62] Ministerio de Fomento, Gobierno de España, *Código Técnico de la Edificación, Documento Básico: Seguridad Estructural: Acciones en la Edificación*.

Enlaces a páginas web:

- [24] <http://www.popularmechanics.com/military/weapons/a8158/irans-naval-mines-the-ied-of-the-seas-13541405/> *Iran's Naval Mines: The IED of the Seas*, Sharon Weinberger. 9 de octubre de 2009, consultada el 02/01/2016
- [27] Jaime Fuller, 'ISIS' vs. 'ISIL' vs. 'Islamic State': *The political importance of a much-debated acronym*, New York Times. <https://www.washingtonpost.com/news/the-fix/wp/2015/01/20/isis-vs-isil-vs-islamic-state-the-political-importance-of-a-much-debated-acronym-2/>. 20 de enero de 2015. Consultada el 17/12/2015
- [28] EFE. *Interior pide referirse al Estado Islámico como Daesh para deslegitimarlo*. 18 noviembre 2014, www.lainformación.com. Consultada el 18/12/2015
- [29] <http://www.washingtontimes.com/news/2015/oct/24/islamic-state-earns-50-million-month-oil-sales/>. Consultada el 18/12/2015
- [31] <http://www.abc.es/internacional/20150527/abci-corrupcion-llega-listas-espera-201505262138.html>. Consultada el 18/12/2015
- [32] http://internacional.elpais.com/internacional/2015/11/14/actualidad/1447525113_767053.html. Consultada el 19/12/2015 y

- http://internacional.elpais.com/internacional/2015/11/21/actualidad/1448089500_547790.html. Consultada el 19/12/2015
- [33] <http://www.military.com/daily-news/2015/05/20/isis-captures-hundreds-of-us-vehicles-and-tanks-in-ramadi-from-i.html>. Consultada el 19/12/2015
 - [34] http://www.military-today.com/tanks/mbt_3000.htm. Consultada el 19/12/2015
 - [35] <http://www.therightplanet.com/2014/08/the-growing-isis-arsenal-pt-1/>. Consultada el 19/12/2015 y <http://www.therightplanet.com/2014/08/the-growing-isis-arsenal-pt-2/>. Consultada el 19/12/2015
 - [36] <http://www.businessinsider.com/isis-has-52-american-weapons-that-can-hit-baghdad-2014-7#ixzz3BwDY8pkd>. Consultada el 19/12/2015
 - [37] <http://www.defensa.com/frontend/defensa/hablamos-coronel-javier-romero-frente-contingente-espanol-irak-vn17438-vst154>. Consultada el 26/12/2015
 - [38] <http://www.defensa.com/frontend/defensa/mision-irak-sale-bripac-llega-brimz-xi-extremadura-vn17396-vst154>. Consultada el 26/12/2015
 - [39] http://internacional.elpais.com/internacional/2015/12/11/actualidad/1449845892_464466.html. Consultada el 26/12/2015
 - [40] <http://www.elmundo.es/internacional/2015/12/09/566861e946163f49498b4622.html>. Consultada el 26/12/2015
 - [53] www.foxnews.com/poitics/2010/04/02/miittary-embarks-costy-complicated-removal.iraq-equipment.html. Consultada el 30/12/2015
 - [61] http://newton.cnice.mec.es/materiales_didacticos/rozamiento/montanaazucar.htm Consultada el 26 de enero de 2016
 - [59] <http://www.ptb.de/cms/en/ptb/fachabteilungen/abt1/fb-11/fb-11-isis/licence.html#c51155>, consultado el 26 de enero de 2016.
 - [63] *The Mystery of ISIS' Toyota Army Solved*. <http://journalneo.org/2015/10/09/the-mystery-of-isis-toyota-army-solved/>. Consultado en 01/02/2016
 - [64] US government asks Toyota: Why does Isil have so many of the company's vehicles? <http://www.telegraph.co.uk/news/worldnews/islamic-state/11917994/US-government-asks-Toyota-Why-does-Isil-have-so-many-of-the-companys-vehicles.html> consultado en 01/02/2016
 - [65] <http://www.edmunds.com/toyota/tacoma/2015/features-specs/> Consultado en 01/02/2016

Otros:

- [26] Conferencia impartida por el CIFAS en la ACING, Noviembre de 2015
- [30] http://www.atresplayer.com/television/programas/al-rincon/temporada-1/capitulo-2-paco-arcadio-gatha-ruiz-prada_2015092800443.html. Consultado en 21/12/2015
- [47] Comandante Lancho, departamento de Táctica de Ingenieros, ACING. Asignatura de 5º curso: *Táctica de Ingenieros*. Curso 2015-2016.
- [52] Acero, R./ Pastor, J./ Sancho, J./ Torralba M. *Ingeniería de la Calidad*. Zaragoza, 2012
- [54] Hormigón armado y pretensado, 4º curso Centro Universitario de la Defensa.
- [56] <https://youtu.be/b07vgIXA3Fc?t=1m37s>: *The most powerful explosions of VBIED. Syria & Iraq*. Consultado en 24/12/2015
- [57] Teniente coronel Martín, departamento de Castrametación y Vías, ACING. Asignatura de 5º curso: *Geotecnia*. Curso 2015-2016.

11. Glosario de Siglas

ACING: Academia de Ingenieros.

ASPFOR (Asfganistan Spanish Force): Unidad española desplegada en Afganistán.

BOP: Brigada Orgánica Polivalente.

CIFAS: Centro de Inteligencia de las Fuerzas Armadas.

CKP: Check Point.

COP (Combat Outpost Position): Puesto Avanzado de Combate

CTE: Código Técnico de la Edificación.

EBO (Effects Based Operations): Operaciones Basadas en Efectos.

ECP (Entry control point): Punto de Control de Acceso.

FAS: Fuerzas Armadas.

FOB (Forward Operations Base): Base de Operaciones Avanzada.

GIS (Gravity Information System): Sistema de Información Gravitatoria.

HME (Home-Made Explosive): Explosivo casero.

IDH: Índice de Desarrollo Humano.

IED (Improvised Explosive Device): Artefacto Explosivo Improvisado.

ISIL (Islamic State for Irak and Levant): Estado Islámico en Siria y levante.

ISIS (Islamic State in Irak and Siria): Estado islámico en Siria e Irak.

MING: Mando de Ingenieros.

NOP: Norma Operativa.

OP (Obervation Post): Puesto de Observación.

OTAN: Organización del Tratado del Atlántico Norte.

Pax: Personas.

PPT: Pliego de Prescripciones Técnicas.

PTB: Instituto de metrología alemán.

RPEI: Regimiento de Pontoneros y Especialidades de Ingenieros.

TN: Territorio Nacional.

TTP: Tácticas, Técnicas y Procedimientos.

ANEXO A: AMENAZA Y CONFLICTOS HÍBRIDOS. [3][4][5][6]

En este anexo se podrá ver una explicación acerca de este término en auge desde hace unos años. El concepto híbrido puede acompañar a la palabra enemigo, amenaza o guerra; así lo demuestran los múltiples artículos que abordan esta temática. En los siguientes apartados se verá una definición de este concepto, híbrido, en la que se ha tratado de aunar las muchas descripciones existentes para dar una idea global.

A su vez, se avanzará en la historia para ver los diversos casos que han ido aconteciendo en los que encontramos similitudes con lo que hoy en día denominamos guerra híbrida, destacar de este punto el debate sobre si el término en cuestión es algo novedoso o no, que se abordará más adelante.

En el apartado que nos habla sobre la situación actual se podrá ver un estado del arte sobre los conflictos actuales y la repercusión de estos de cara al paradigma bélico occidental. Se encontrará en este punto un análisis de las amenazas que este enemigo híbrido nos plantea y, dentro de estas, cual es la que nos supone un reto mayor.

Los apartados de los que consta este anexo son:

- Concepto
- Evolución
- Situación actual
 - Actores objeto de estudio
 - China
 - Irán
 - Hezbollah
 - ISIL, ISIS, DAESH o Estado Islámico
 - Amenazas que plantea.
 - Campo simétrico
 - Campo asimétrico
 - Principal amenaza.

• Concepto

La Real Academia Española define híbrido/a, en su tercera acepción, como “*todo lo que es producto de elementos de distinta naturaleza*”. El diccionario Collins, británico, hace mención a “*cosas o seres vivos que estén compuestas por elementos diferentes*”. Vemos que este vocablo se refiere a la agrupación de elementos distintos, en la diferencia de aquello que se agrupa está el factor determinante.

En este punto, y antes de comenzar la descripción dentro del ámbito militar, es necesario aclarar a qué se refiere el presente anexo cuando habla de conflicto irregular o asimétrico y uno simétrico. El conflicto asimétrico es aquel que se produce entre dos o más contendientes de capacidades militares desemejantes y con diferencias en su doctrina y modelo estratégico. Por el contrario, el conflicto simétrico será aquel que enfrente fuerzas armadas de naturaleza similar con modelos estratégicos parecidos. [7]

En otras palabras, lo llamado “*small war*” durante la guerra fría, conflictos menores que poco importaban de los que se obtuvo prácticamente ninguna lección aprendida. A su vez, cabe en esta apartado indicar que no se refiere a lo mismo el término conflicto y guerra. Un conflicto sería el enfrentamiento por choque intencionado, con intención

hostil, entre dos grupos sociales. Las formas a adoptar de un conflicto son numerosas, siendo la guerra una de ellas. [8]

Un punto de vista bélico nos aporta definiciones sustancialmente diferentes. Frank G. Hoffman, oficial en la reserva de la marina americana y quien ha abordado dicho término con mayor vehemencia, defiende que híbrido se refiere a *“cualquier adversario que de manera simultánea y adaptativa emplea una mezcla de armas convencionales, tácticas irregulares, terrorismo y comportamiento criminal en el espacio de batalla para alcanzar sus objetivos políticos”* [9]. Expertos nacionales, como es el español Calvo Albero, define la guerra híbrida como *“un tipo de enfrentamiento en el que al menos uno de los adversarios recurre a una combinación de operaciones convencionales y guerra irregular, añadiendo a estas acciones de carácter terrorista o con relación al crimen organizado”*. [10] Volviendo a las autoridades americanas, el coronel McCuen define las guerras híbridas como *“una combinación de guerra simétrica y asimétrica en la que las fuerzas que intervienen conducen las operaciones militares tradicionales contra fuerzas militares y objetivos enemigos y, simultánea y decisivamente, intentan lograr el control de las poblaciones locales en la zona de combate dándoles seguridad y estabilidad”*. [11]

Si se toma la actuación de Rusia en el conflicto de Ucrania en 2014, se puede ver que el gigante euroasiático fue novedoso en el empleo de medios para alcanzar sus objetivos políticos. Esto se traduce en el uso de una mezcla de operaciones especiales, presión económica, agentes de inteligencia, instrumentalización del flujo de gas natural, ciberataques, guerra de información y empleo de fuerza militar convencional como medida de presión. Todo ello perfectamente sincronizado formando parte de un plan de operaciones. [12] He aquí una definición más de guerra híbrida.

Vemos que, aparte de las reiteradas características que se repiten en cada definición, hay elementos en estas descripciones que se consideran clave para definir la hibridez. Uno de ellos, el control de la población. Tenemos un ejemplo en el grupo islámico denominado ISIS (en un apartado posterior se hablará de esta organización en profundidad) quien ha de controlar un vasto territorio y toda la población que en él habita; de no ser así, su capacidad ofensiva en los límites de su territorio se vería muy mermada. Otro lo encontramos en la simultaneidad de las operaciones, concepto tratado en el siguiente párrafo. Finalmente, cabe destacar el terrorismo, y dentro de este su alcance global. Esta herramienta es un método más para sembrar el terror; tenemos un ejemplo en los atentados de París en noviembre de 2015 y sus repercusiones para con la seguridad en Europa en las siguientes semanas. Se ha de mencionar la relación entre implantación de terror con el control de la población, con otro ejemplo como son las ejecuciones que realiza el ISIS, acciones de gran efecto mediático que dejan claro el *modus operandi* de este actor transnacional.

Existe cierta discordancia a la hora de clarificar si todos estos elementos que toman parte en un conflicto híbrido actúan de forma simultánea o no. Como todo lo que concierne a estos enfrentamientos, la simultaneidad dependerá de la adaptabilidad. Es decir, en función de a quién se esté plantando cara será más adecuado desestabilizar antes para, a continuación, ejercer una fuerza violenta y desmesurada para poder ejercer la gobernabilidad sobre esa región. En este ejemplo se simultanearán las acciones criminales y terroristas por un lado, y las militares y de operaciones especiales por otro. Si buscamos otro ejemplo, como pudiera ser un estado fallido sin un elemento al que

desestabilizar, las acciones que ocurrirían al mismo tiempo serían las terroristas junto con las militares, con objetivo de sembrar el terror y hacerse con el control de la región. [13] Se repite la idea de que todo conflicto es único, la simultaneidad dependerá de la situación.

Una vez clarificada la hibridez se presenta una aproximación simplificada a la guerra híbrida, una conclusión extraída de las diversas definiciones: Conflicto armado en el que se utilizan multitud de medios, sistemas de armas y procedimientos encontrando desde fuerzas regulares hasta irregulares, con todo lo que estas incluyen, siendo la influencia sobre la población de nuevo uno de los factores más importantes.

Todo lo visto en este apartado nos trata de definir qué se quiere decir cuando se habla de un conflicto híbrido, el tipo de guerra a la que este término hace referencia o qué es ese enemigo híbrido del que se habla cada vez más. Pero, según evolucionan los conflictos y el paradigma de la seguridad global también cambian los términos para referirnos al *status quo* en el que nos vemos inmersos. Con esto se trata de introducir otros términos, de menos importancia pero aun así con referencias en textos y artículos, como es la guerra sin restricciones, small war, complejo-adaptativa, complejo-irregular, compuesta o multidimensional; todas ellas antecedentes del concepto objeto de estudio en este anexo.

Entre estos tipos hay uno que destaca sobre el resto y es el de guerra compuesta, considerado el antecedente directo a la guerra híbrida; y se define como “*empleo simultáneo, bajo un mismo mando y dirección estratégica y con una cierta coordinación táctica y operacional, de fuerzas regulares e irregulares*” [14]. Se puede observar la falta clara de un matiz en esta definición, no incluye referencias al uso de ciberataques o terrorismo, claves en el conflicto híbrido. Esto nos hace ver que no es tan importante el querer nombrar aquello que nos afecta, si no comprender qué es ese aspecto nuevo.

En una cátedra impartida por el CIFAS en la ACING en noviembre de 2015 uno de los temas tratados fue la organización del mentado grupo terrorista de carácter islamista radical operante en Siria e Irak. En esta conferencia hubo un concepto sobre el que se incidió y es la necesidad occidental de encontrar una jerarquía a la que enfrentarse con ánimo, como motivo principal, de conocer contra qué se está actuando. En cambio dicha organización, el ISIS, no se preocupa por definir si quiera su propio organigrama, de tener una jerarquía que regule el flujo de poder. Este concepto trata de explicar que aunque el término híbrido este en alza y sea usado con relativa facilidad, no es la única forma de definir aquello a lo que se refiere. El afán de occidente por clarificar todo a lo que se enfrenta ha llevado a poner diversas etiquetas a un mismo producto, a llamar enemigo híbrido a una amenaza nueva que previamente se conocía como enemigo compuesto.

Lo que es seguro es el protagonismo del término que nos atañe y su continuo aporte de conceptos según el devenir de los conflictos en curso. Está claro que es preponderante para con los países en vías de desarrollo, países con bajo IDH y aquellos cuyo estado se considera como fallido. Algunos autores afirman que estos conflictos son los que estarán presentes en el paradigma global de aquí en adelante y, por ello, es necesario una continua adaptación para poder hacerles frente. [15] La conclusión clara

es la imperiosa necesidad de vencer en el campo simétrico y en el asimétrico para poder derrotar a quien se muestre como enemigo en este tipo de conflictos.

Como culmen a este apartado, y tratando de refundar las descripciones del concepto objeto de estudio, diremos que esta amenaza se define como una combinación de actores estatales y no estatales, que de manera simultánea y adaptativa emplea alguna combinación de medios políticos, militares, económicos, sociales, informativos y métodos convencionales, irregulares, terroristas, criminales... La guerra híbrida no solo es el futuro de nuestro presente, es la guerra en su máxima expresión.

• Evolución

Como se ha dicho, uno de los antecedentes a la guerra híbrida es la guerra compuesta y un ejemplo inmejorable de esta es la guerra de Independencia española en la que, en su segunda fase, británicos y españoles se enfrentaron a los franceses de Napoleón.

En este conflicto participaron tropas convencionales, con los ejércitos regulares de Wellington, Francia y aquello que aún quedaba en pie del debilitado ejército español; y otras que entrarían dentro de la definición de asimétricas como es la guerrilla española. Los franceses habían de enfrentarse a un enemigo regular y a una insurgencia que actuaba, al menos en las últimas fases de la guerra, bajo un mando coordinado como es el mando estratégico del general Wellington. Algunas fuentes, como el historiador británico Charles J. Esdaille, asocian la derrota francesa al correcto uso de las fuerzas regulares e irregulares. [16] No se pueden obviar otras fuentes históricas, como la propia autobiografía de Arthur Wellesley, Duque de Wellington y general británico, en la que en ningún caso se menosprecia el papel que tuvo la guerrilla española para con la derrota francesa en la península pero, en cambio, afirma que Wellington fue más bien reacio al uso de esta fuerza nacional, es decir, nunca tuvo relación estratégica con ella y sí con toda tropa convencional que los españoles pudiesen aportar.

Aclarar en este punto que durante el único momento en que las fuerzas irregulares españolas actuaron de forma coordinada bajo un mismo mando estratégico, ya no eran tan irregulares si no que su organización se asemejaba más a la de una fuerza convencional. Es por ello que se desprecia en parte la idea de que este conflicto es un claro ejemplo de una guerra compuesta ya que, como hemos visto, no hay un elemento estratégico que domine sobre ambas fuerzas desde el inicio.

Otro acontecimiento histórico a tener en cuenta es la invasión soviética de Afganistán entre 1978 y 1992. Sintetizando las fuerzas participantes, encontramos en un



Imagen 15: Desarrollo de la guerra de independencia española..
Fuente: historiaantiquae.blogspot.com, consultado en noviembre de 2015



Imagen 16: Soldados muyahidines instruyéndose con el sistema de armas Stinger. EEUU Fuente: www.onesixthcentral.com, consultado en noviembre de 2015

bando la República Democrática de Afganistán, con apoyo soviético, y en el otro bando a los muyahidines o grupos guerrilleros afganos, con apoyo estadounidense. En lo que nos concierne hay que citar de este conflicto el apoyo americano a la guerrilla de medios antiaéreos, concretamente de misiles *Stinger* de fabricación americana. Las fuerzas gubernamentales y soviéticas vieron drásticamente mermada su capacidad de combate aéreo cuando la guerrilla, un enemigo con sistemas de armas aparentemente poco desarrollados, comenzó a derribar helicópteros. En este ejemplo vemos como una fuerza irregular se enfrenta a un enemigo convencional el cual no es capaz de derrotar a la primera, siendo el apoyo mediante complejos sistemas de armas extranjeros el principal motivo.

Se considera como punto de partida del concepto híbrido el conflicto acaecido en 2006 entre Israel y Hezbollah, organización musulmana libanesa que lucha (armada y políticamente) en pos de una república islámica en Líbano, en su primer manifiesto, y por una democracia mayoritaria y secular en el segundo. [17] En esta guerra la formación islámica de Hezbollah hizo uso de milicianos, cuerpos similares a las operaciones especiales occidentales, sistemas de armas contra carro, inteligencia de señales, vehículos aéreos no tripulados y otro tipo de armamento; todo ello asemeja esta fuerza irregular a lo que pudiera ser un enemigo híbrido gracias a un uso conjunto con las tácticas guerrilleras. Por otro lado, muchos de estos sistemas de armas eran de última generación, lo que denota una ayuda, al menos monetaria, extranjera. Se puede considerar que este uso combinado de medios sofisticados y guerrilla resultó victorioso ante las entrenadas fuerzas israelitas.

Varias razones se argumentan para explicar la no victoria del ejército israelí como puede ser la mala preparación del ejército de Israel frente a una guerrilla motivada y bien preparada, el fallo de menospreciar al enemigo por el mero hecho de no ser una fuerza regular, la falta de TTP's adecuadas para con quien habrían de enfrentarse... Entre otros motivos. Expertos en la materia como el general James N. Mattis, con su artículo en una Directiva a la fuerza en 2008 [18], afirma que el principal error de Israel fue su uso de las operaciones militares denominadas EBO, es decir, basadas en efectos. Los oficiales no eran capaces de aplicar la complicada terminología EBO, lo que se tradujo en una parcialmente desorganizada descentralización del mando hacia las pequeñas unidades, una de las principales causas de la derrota.

He aquí la primigenia victoria de un actor que planteó una guerra híbrida dado el novedoso empleo de los medios a su disposición. Resaltar de nuevo que el vencer no fue únicamente motivado por el buen hacer de Hezbollah, sino que la pobre respuesta de los defensores de Israel jugó un papel clave.

Las nociones que este breve repaso histórico nos brinda son las siguientes: El combate que aporta un conflicto denominado híbrido no es novedoso, ni mucho menos, ya que a lo largo de la historia cantidad de pueblos se han visto obligados a defenderse de estados más poderosos con técnicas de guerrilla. A su vez, en diversos conflictos se

hace uso de fuerzas regulares e irregulares de forma simultánea, en ocasiones con un mismo mando; de nuevo no cumple con lo que se espera de una amenaza híbrida. Quién se enfrena a un enemigo híbrido ha de ser consciente que no solo tendrá que vencer tácticas guerrilleras en algunos momentos y guerra convencional en otros (o un uso combinado), si no que ha de saber que el terrorismo global, ciberataques y estricto control de la población son el día a día para este no ya tan nuevo enemigo.

• Situación actual

En este apartado se tratará de realizar un estudio orientado a un estado del arte en el que se abordarán dos conceptos. Por un lado, el presente de los actores transnacionales en uso de tácticas híbridas. En segundo término, y con más importancia, los actores o zonas en conflicto a estudiar, que serán:¹⁰

- China, entendida desde sus TTPs asimétricas.
- Irán, por su situación geoestratégica y relación con grupos insurgentes.
- La organización de Hezbollah, precursora de nuevos métodos de combate y grupo adaptativo como ninguno.
- El máximo exponente al que la sociedad occidental se enfrenta hoy en día, DAESH.

Como se ha dicho, antes de abordar dichas zonas o actores se deben tener en cuenta una serie de aclaraciones. En éstas primeramente se verá una relación entre el contexto de las guerras híbridas y la sociedad. A continuación, y terminando con las mentadas, unos matices sobre el actor transnacional tipo que protagoniza un conflicto híbrido.

El término objeto de estudio es, hoy en día, el de mayor influencia en términos de planeamiento, preparación y ejecución de cualquier operación militar. A su vez, el ideal de conflicto o guerra que los países occidentalizados sustentan ha cambiado notablemente, el nuevo modelo de participación en misiones humanitarias como benefactores de la paz es lo que el ciudadano de a pie solicita hoy en día. Es por ello que el empleo de la fuerza es cada vez más dificultoso y menos efectivo; con el añadido del problema de hallar una solución a los conflictos y no una simple intervención militar. No ha habido momento histórico en el que un problema tan acusado tuviera una solución tan pobre. Por citar un ejemplo, Afganistán; un avispero en pleno oriente próximo donde el poderoso Estados Unidos ha tenido problemas para controlar la zona. Como contraejemplo, Alejandro Magno en su afán de expansionismo y habiendo de pacificar esta misma zona, logró someter a la insurgencia de la época en menos de dos años. Sea todo dicho, el uso de medios y procedimientos que hoy calificaríamos como sádicos estaba a la orden de día.

En la sociedad que hoy nos mueve se busca que los conflictos se resuelvan de modo exacto y calculador, cuasi quirúrgicamente. El hecho de sufrir bajas propias no está bien visto en absoluto, no se busca derrotar una organización sino conseguir que la población esté de tu parte y potenciar las capacidades bélicas del país en dificultad. Los conflictos

¹⁰ Si se echa un vistazo a la página web www.globalsecurity.com se puede ver que el número de conflictos en curso a nivel mundial, al comenzar 2016, era de 55 eventos (contando lo que la web considera “guerra” y “otros conflictos”). El estudio en torno a los enfrentamientos armados, como se ve, es enorme. Por ello se han escogido los conflictos que destacan por su asimetría y/o hibridez, centrándose a su vez en los más flagrantes casos de dentro de cada sector: TTPs, combate marítimo, combate terrestre y evolución/adaptación. Web consultada en enero de 2016

nos han llevado a una nueva realidad estratégica en la que la amenaza evoluciona más rápido que el modo de combatirla.

Ha de quedar claro en este punto que el país, estado o actor transnacional que pretenda llevar a cabo una guerra híbrida ha de ser capaz de tener una organización recia, remarcablemente más fuerte que la de una organización insurgente al uso. El llevar a cabo este tipo de guerra conlleva ser capaz de controlar equipos de nivel tecnológico elevado, con el consecuente esfuerzo monetario en adquisición y formación del personal, con objetivo de que el enfrentamiento con un adversario desarrollado sea factible. En este último aspecto se incluye la batalla en el ciberespacio, clave en estos conflictos, como puede ser la desinformación o información (captación mediante redes sociales, por ejemplo). Es fundamental ser visto como un actor competente y con futuro próspero ya que el aporte del recurso humano dependerá de ello, no habrá nuevos adeptos animosos de hacer crecer el número de combatientes si este punto no se cumple, así como un posible aporte económico o de material de un actor internacional interesado en sus actividades.

○ **Actores objeto de estudio**

▪ China

Pese a que pueda sorprender la presencia de este actor transnacional en esta clasificación, su tratamiento como una preponderante amenaza híbrida responde a un probable enfrenamiento contra la superpotencia americana.

China basa su estrategia de defensa en dos ideas fuerza en lo que concierne a la autodefensa armada. La primera, es el uso de la ofensiva como norma, hacer uso de la violencia para resolver problemas de seguridad interna o externa. La segunda es una vía más diplomática que trataría de superar a un oponente mediante acciones virtuosas, en otras palabras, desviar la amenaza de un enemigo más poderoso. Un ejemplo de esta filosofía lo tenemos en la no entrada de China en cualquier alianza militar así como el no desplegar tropas fuera de su territorio, ese proteccionismo en pos de la seguridad le garantiza su conocido secretismo para con sus fuerzas armadas.

Se debe aclarar que China camina en pos de interrelaciones e interdependencias en lugar de un expansionismo territorial, vive en un equilibrio entre no extender su territorio y una mentalidad defensiva hacia amenazas del exterior. De todos modos, los líderes orientales manifiestan una aversión a la violencia y afirman que únicamente habrían de usarla ante propósitos defensivos y como último recurso. [19]

Los intereses del gigante asiático hoy en día radican en mantener la misma política en una serie de aspectos clave: evitar los conflictos, asegurar la prosperidad económica y aumentar ésta a través de inversión extranjera, investigación tecnológica, políticas de comercio que les favorezcan y aumentar sus exportaciones. Se mantienen reacios a permitir en su sociedad la cultura occidental a la vez que promocionan la propia y, por último, indicar que se muestran contrapuestos a las medidas en pos de los derechos humanos que se les exige¹¹.

¹¹ Desde hace varios años las inversiones en pos de materias primas de China en países en vía de desarrollo africanos están en boca de los defensores de los derechos humanos. Las condiciones de extracción de algunos minerales y el trato que se da a trabajadores, tanto físicamente como en el campo de sus derechos, dejan mucho que desear acorde con lo que cabría esperar de una superpotencia.

Dejando a un lado la filosofía de defensa y los intereses asiáticos centrémonos en el porqué de su visión como amenaza híbrida. En primer lugar, y como ya se ha mentado, este modo de entender una amenaza armada china se ha de ver desde la perspectiva de un enfrentamiento contra los Estados Unidos de América. Esto es debido a la gran potencia del ejército occidental en contrapunto a la aún no tan grande capacidad ofensiva oriental. Hablando de las fuerzas armadas chinas, se está transformando el vasto ejército preparado para incursiones territoriales en una fuerza capaz de luchar en conflictos de corta duración contra enemigos de alta capacidad tecnológica. [20]

Dicho cambio en sus fuerzas armadas está llevando al gigante asiático a una nueva organización híbrida. Las tácticas irregulares están a la orden del día en su doctrina, así como otros medios que capacitan a este ejército a actuar tanto regional como globalmente. Estamos hablando de, por un lado, fuerzas terrestres que combatan siguiendo la doctrina *boots on the ground*¹² simultaneadas con acciones de desinformación (vía espectro electromagnético) y acciones económicas, entre otras.

Un análisis británico centrado en la evolución del ejército asiático resume esta evolución hacia una amenaza híbrida[21]: con intención de poder enfrentarse a las amenazas que hoy en día se presentan, se ha incrementado la capacidad en el campo de la ciberguerra así como su sistema anti satélite y su programa nuclear. Los recientes conflictos en los que occidente se ha visto envuelto, tales como Iraq, Afganistán o Kosovo en un tiempo no tan actual, han permitido que China pueda estudiar los puntos fuertes de los ejércitos aliados y cómo enfrentarse a ellos. La estrategia desarrollada ha recibido el nombre de “*el laberinto del asesino*” y su idea principal es sencilla a la vez que útil: atacar los nodos de comunicaciones así como las bases de despliegue marítimas y terrestres hasta que el coste de la operación sea prohibitivamente alto. Además, el ejército del gigante asiático ha evolucionado de cara a la mecanización de las fuerzas terrestres, mejora tecnológica de la aviación y creación de una flota competente; todo ello sumado a la capacidad de proyección a cualquier punto del globo.

▪ Irán

La actual estrategia iraní es hereditaria de la antigua Persia así como de culturas islámicas y trata de asegurar la posición de Irán como potencia sobre el resto de actores de oriente próximo.

En relación a la geoestrategia de este país cabe destacar la situación fronteriza con Iraq, con su máximo exponente en la guerra acaecida entre 1980 y 1988. Irán concentra sus fuerzas en el oeste del país, cerca de histórico enemigo, donde ubica la mayor parte de sus 500.000 soldados activos y varias bases aéreas. Lo característico en este ejército es la somera modernización de sus robustas fuerzas armadas convencionales; lo que hace mella en su efectividad y capacidad bélica, representado ello en la incapacidad por encontrar un buen camino a seguir en pos de



Imagen 17: Irán y los países vecinos.. Fuente: www.operationworld.org, consultado en noviembre de 2015.

¹² Literalmente, botas en el terreno. Hace referencia a la necesidad de desplegar con unidades terrestres en el lugar de conflicto en cuestión.

esta necesitada modernización [22]. Son notables hoy en día los esfuerzos por desarrollar un programa nuclear efectivo así como avanzar en el campo de la doctrina asimétrica.

No se puede olvidar la posición de Irán en oriente próximo y su interés para con el petróleo y las rutas de transporte de crudo. La creación de una “*línea impenetrable de defensa*” [23] gracias a bases navales y desarrollo de misiles balísticos, así como tener una capacidad real de proyectar fuerzas a escala regional, contribuye a otorgar notoriedad a este actor.

Los intereses de Irán radican en tratar de expandir su esfera de influencia más allá de sus fronteras, mantener e incrementar las relaciones con Europa con el fin de prosperar en sus exportaciones petrolíferas y salvaguardar la hegemonía territorial.

En término de hegemonía territorial cabe mentar el conflicto marítimo y la oposición iraní al gigante americano en este campo. Este enfrentamiento viene dado por la posibilidad iraní de perder el liderazgo en el estrecho de Hormuz. Por ello viene realizando una serie de acciones ofensivas que han llegado a cortar la importante ruta marítima que pasa por el citado estrecho. Una de estas acciones es el uso de mini submarinos difíciles de detectar y con capacidad para desplegar minas que, junto con la posibilidad de que cualquier embarcación convenientemente modificada podría desplegar minas, hacen de este recurso una medida defensiva sencilla y eficaz. En otras palabras, artefactos de alto rendimiento ya que una simple mina marítima puede ocasionar cuantiosos daños materiales a las embarcaciones más modernas. Se habla de ellas como si fueran el IED marítimo y es justificado: Son difíciles de detectar y sencillas de instalar.

Las contramedidas que la marina Americana, organización que lleva la voz cantante en este asunto, ha desempeñado no son pocas y entre ellas se incluyen barcos, aeronaves y buceadores. Parte, existen dos que son de especial relevancia y son los delfines y sistemas no tripulados. Los primeros son de utilidad por la eco-localización, el símil al radar en el mundo animal, y el uso de estos como si de unidades cinológicas se trataran¹³. Los segundos, los sistemas no tripulados, se refieren a un dron en el mar el cual sería capaz de detectar y neutralizar la mina. [24]

Como se puede deducir, la lucha marítima no es un asunto menor ya que Estados Unidos se ha visto obligado a invertir tiempo y dinero en contramedidas que solventen los incidentes de IED marítimos.

Vista esta introducción cabe preguntarse el porqué de su visión como amenaza híbrida. En primer lugar mentar a la “*Islamic Revolutionary Guard Corps*” (IRGC) o guardia revolucionaria islámica. Este cuerpo naval es una fuerza híbrida en potencia ya que las operaciones que conduce, pese a estar coordinadas por el nivel estratégico iraní, se llevan a cabo en un escenario a parte del que el ejército regular toma parte. Los modernos medios de los que dispone y los escenarios en los que actúa son un principio de las capacidades que presenta.

¹³ Unidades caninas entrenadas para detectar explosivos y otras sustancias haciendo uso del olfato.

Estas capacidades se complementan con las llamadas “*Quds Forces*”, unas fuerzas especiales de los IRGC, empeñadas en operaciones extraterritoriales y constan de entre cinco mil y quince mil miembros. Entrenan, equipan y financian grupos armados extranjeros tales como milicias Iraquíes, Hamas, Hezbollah y grupos talibanes en Afganistán.

Las mentadas capacidades simétricas, dadas por el mentado robusto ejército, sumadas a las fuerzas irregulares resultan en un gran potencial para concebir una amenaza híbrida. De nuevo, un análisis británico aporta las siguientes claves³²: Irán ha reforzado sus aptitudes bélicas de cara a evitar las fortalezas de sus adversarios occidentales. Aun tratan de conservar su hegemonía territorial y son reacios a abandonar su programa nuclear pero sí han dejado de desarrollarse en áreas en las que son claramente vencidos por occidente. El máximo exponente es la batalla naval en el golfo pérsico; en este campo Irán se ha dado por vencido en el desarrollo tecnológico y planta cara con una serie de medios como son minas, submarinos, baterías de costa, misiles anti buque y pequeños artefactos fuertemente armados que en un uso conjunto e integrado ha demostrado ser eficaz en la lucha contra modernos buques.

Además, tratando de aprovechar al máximo lo que un conflicto híbrido y asimétrico es capaz de ofrecer, los iraníes han entrenado, equipado y financiado a organizaciones tales como Hezbollah, de muy difícil enfrentamiento y capaz de asegurar el liderazgo geoestratégico en la región a bajo costo. Irán seguirá incorporando capacidades convencionales así como utilizando modernos sistemas de armas comprados a Rusia y China.



Imagen 18: Oriente próximo y situación de Libano, en gris claro, e Israel, en verde.

▪ Hezbollah

Se trata, como ya se ha definido en este mismo anexo anteriormente, de una organización musulmana libanesa que lucha (armada y políticamente) tratando de hacerse con el control de la región. Este actor es asimétrico por naturaleza pero tiene potencial como enemigo convencional, en otras palabras, está en plena evolución como el resto de actores que aquí se presentan, pero con una matización importante: del campo irregular al regular.

Desde 2006 ha demostrado una iniciativa por forjar una respuesta hacia la presencia de tropas estadounidenses en oriente próximo. Este grupo nació como una entidad religioso militar no negociante y ha demostrado que son capaces de realizar lo que la situación requiera con objeto de sobrevivir. Esto se traduce en hacer aquello que la doctrina chiita permite hacer, es decir, forjar falsas alianzas o acciones de decepción. Se puede ver algún ejemplo en alianzas con cristianos en el parlamento, tratos con regímenes infieles como Corea del

Norte o tráfico de drogas en Latino América y, aun con ello, seguir siendo buenos musulmanes llevando a cabo la jihad¹⁴

Dentro de su situación geoestratégica debe quedar claro que su localización está en Líbano y que la principal influencia viene por parte de Israel, el principal enemigo en términos de proximidad geográfica y diferencias ideológicas. Además, esta organización musulmana tiene relaciones de inversión con diásporas libanesas a lo largo del globo (Norte África, Estados Unidos y Latino América principalmente). Por último, son habituales las mentadas relaciones con Corea del Norte, en pos de búsqueda de información acerca de la construcción de túneles, y con una variedad de grupos religiosos regionales, un ejemplo lo tendríamos en el denominado “*Hamas*”¹⁵, sunní.

En términos de intereses, destaca el afán por mantener su milicia armada con el objetivo de cumplir su principal obligación: la lucha contra la organización judía en Líbano sin tener que depender de la fuerza militar de este. Otro punto que toma fuerza es el tratar de inmiscuirse en la esfera política de Líbano, importante paso teniendo en cuenta que sufren un veto de facto en el paramento libanes. Por último, la búsqueda por inversores y nuevos fondos es una constante, como es el caso de las relaciones con Irán.

¿Qué amenaza plantea desde el punto de vista de un conflicto híbrido? Se ha visto que en 2006 fueron pioneros para con las técnicas usadas y los medios empleados en su guerra santa, en la segunda guerra de Líbano. Desde entonces hasta el día de hoy no han cesado en la innovación y búsqueda de nuevas TTPs así como capacidades asimétricas, todo ello coordinado a un nivel operacional. Lo que destaca de este grupo en la actualidad es su capacidad para inmiscuir en su doctrina irregular capacidades de guerra simétrica, siendo un complicado enemigo por lo intrincado de sus operaciones.

▪ ISIL, ISIS, DAESH o Estado Islámico [25]

Con esta variedad de nombres se conoce a la organización islámica cuya influencia geográfica corresponde a los territorios de Iraq y Siria. Se trata de un grupo islamista radical que sigue la escuela Salafí dentro del yihadismo, la más radical. Son de creencia sunní y aunque la principal zona de actuación se encuentra en Siria e Iraq, tienen influencia en zonas del norte de África, Libia, Nigeria y Afganistán.



Imagen 19: Zonas controladas por ISIL (zona grisácea) a fecha 7 diciembre 2015. Fuente: <http://isis.liveuamap.com/>

¹⁴ Concepto islámico que hace referencia a la obligación religiosa de realizar un esfuerzo en pos del Islam. Este esfuerzo puede tomar tres caminos: lucha interna que trata mantener a uno mismo dentro de la fe musulmana tanto como se pueda, tratar de construir una buena sociedad musulmana y la guerra santa o lucha por mantener y propagar el islam (con medios violentos si hiciera falta)

¹⁵ Carta fundacional de Hamas: Grupo de resistencia islámico yihadista que aboga por establecer un régimen pro islam en Palestina. Tradicionalmente Sunní pero mantiene relaciones con organizaciones islámicas chiíes.

• Terminología

Al hablar de estado islámico se hace referencia al citado grupo islamista sin entrar en otros matices; existe el debate entre usar el término “autoproclamado” al referirse al EI (Estado Islámico) ya que no es reconocido como estado internacionalmente pero, viéndolo sin entrar en definiciones de estado, un ente que gobierna sobre aproximadamente cinco millones de personas, con ingresos anuales que superan los de algunas multinacionales y una extensión de territorio sin parangón, poco importa el cumplir con esas definiciones si demuestra que es un estado de facto. [26]

Por otro lado, ISIS hace mención al estado islámico (Islamic State) en Iraq y Siria, ISIL en cambio se refiere al estado islámico en Iraq y Levante. Esta diferenciación tomó importancia tras ser usada por el presidente estadounidense Barack Obama en rueda de prensa.

Hay dos matices a destacar en lo que refiere a esta diferenciación. El primero radica en que al referirse a levante y no citar Siria se trata de sacar este país del problema, es un intento de no mentar aquello que no se puede controlar. El segundo se obtiene al traducir el nombre del grupo en árabe¹⁶, lo cual nos aporta el término levante como su denominación dada su zona de actuación, lo que se ha interpretado como Siria e Iraq. No se puede obviar el hecho de que la denominación de levante aporta una zona más amplia que únicamente hablar de Siria, lo que nos da no solo una seria amenaza si no que una grande. [27]

La denominación Daesh proviene de las siglas del nombre en árabe de esta organización (ad-Dawlah al-Islāmiyah fī l-‘Irāq wa-sh-Shām). Este término se viene usando con ánimo de deslegitimar dicho grupo ya que se evita llamarles estado, es más, el secretario de estado de seguridad Francisco Martínez el 18 de noviembre de 2014 instaba en rueda de prensa a que medios de información usasen estas siglas, tal como venían haciéndolo Francia e Irán, “para evitar la legitimación política que consiguen con este nombre” (Estado Islámico). [28]

• Desarrollo historio y evolución



Imagen 20: Países en los que el Estado Islámico ha declarado provincias pertenecientes a su “califato universal”.

Sus inicios se citan en la milicia islamista *Yamaʿat al-Tawhīd wal-Īhād*, nacida gracias a Abu Musab al Zarqawi y otros simpatizantes islamistas. Zarqawi participó en la guerra de Afganistán contra la Unión Soviética y en la de Irak, donde trató de aunar esfuerzos y reunir combatientes que lucharían contra Estados Unidos y sus aliados en Irak. Según fue creciendo en número lo hizo en importancia, lo que llevó a Zarqawi a unirse con Al Qaeda en 2004. La lucha contra occidente en oriente próximo era su máxima y el crear un estado islámico en Irak el objetivo. La lucha se extendió a países vecinos con intención de que estos se sumasen al conflicto, ante este problema y la unión de los insurgentes Estados Unidos decidió

¹⁶ Al-Dawla Al-Islamiya fi al-Iraq wa al-Sham, que traducido al inglés quiere decir: the Islamic State of Iraq and al-Sham. Este término es una referencia geográfica que incluiría zonas de las actuales Líbano, Jordania, Israel y Palestina.

intervenir. Varios dirigentes de estas células islamistas fueron capturados o eliminados, Zarqawi fue dado muerte en junio de 2006 siendo un líder de Al Qaeda el encargado hacerse con el mando de su organización. Este nuevo líder declararía el Estado Islámico en Irak dejando al mando de este a Abu Abdullah al-Rashid al-Baghdadi.

En este punto el Estado Islámico en Irak tiene dependencia directa sobre Al Qaeda, pero era prácticamente independiente. Baghdadi dirigía un autoproclamado emirato que, por sus acciones violentas, fue perdiendo el apoyo de la población y ganando el interés de Estados Unidos por sus miembros, enemistad que se saldó con la retirada de Baghdadi a Mosul donde tuvo lugar una batalla en pos de expulsar este grupo de Irak. La organización pudo sobrevivir financiándose con actos ilícitos pero volvió sufrir un duro golpe cuando las fuerzas americanas acabaron con el líder de Al Qaeda en Irak y con el propio Baghdadi.

El siguiente líder, Abu Bakr al-Baghdadi, aprovechó la inestabilidad nacida con la Guerra Civil en Siria y ganó terreno y poder pudiendo declararse en 2013 como Estado Islámico de Siria y Levante. Este expansionismo levo al grupo a enfrentarse al gobierno sirio (Bashar al-Assad), a los rebeldes opositores a este y otras fuerzas (kurdos, islamistas,...). Como consecuencia Al Qaeda rompió relaciones con Baghdadi, quien impuso su gobierno del terror basado en la ley islámica o Sharia. Una serie de ofensivas llevaron a este Estado Islámico primigenio a ganar territorio en Siria e Irak, capturando ciudades de importancia y multitud de territorios en la frontera.

En junio de 2014 el portavoz de este grupo anunciaba la creación de un califato que se extendería por todo el mundo musulmán, con base en Siria e Irak. La popularidad y el buen uso mediático trajo consigo miles de combatientes que se unieron a sus filas.

La situación estaba llegando a su límite como así demostró la petición de socorro del gobierno Sirio y el compromiso de la coalición internacional liderada por Estados Unidos de intervenir. El grupo islámico iba creciendo y ampliando su territorio, cabe destacar la lucha por la ciudad siria de Kobane y su importancia estratégica por ser la puerta a Turquía. Boko Haram, grupo terrorista operando en torno a Nigeria, integra su autoproclamado califato al Estado Islámico en marzo de 2015.

Los últimos hitos de esta organización serían las intervenciones rusas en octubre de 2015 en terreno Sirio y la cadena de atentados acaecidos en Francia en noviembre del mismo año.

• **Financiación**

El aporte económico a esta organización es muy variado y de grandes dimensiones. Entre sus fuentes de ingreso encontramos la venta de petróleo extraído de pozos petrolíferos que ellos mismos controlan [29] (ingresos de hasta 50 millones de dólares mensuales), el intercambio de rehenes por dinero, la venta de obras de arte y piezas de antigüedad que capturan, el cobro de un impuesto a los “infieles” que habitan en sus zonas de control y la recepción de dinero por parte de países simpatizantes con sus ideales.

• **Porqué es el máximo exponente de la amenaza híbrida**

Si recordamos la descripción de un enemigo híbrido, en esta se habla del uso combinado de fuerzas simétricas, asimétricas, desinformación y uso de la información,

acciones de guerra electrónica y terrorismo,... El grupo islámico del que estamos hablando cumple con la mayoría de aquello que describe a un enemigo híbrido:

- Los ataques que el grupo islámico desempeña en Siria e Irak integran tácticas simétricas con otras asimétricas: presencia de líneas de frente en zonas fronterizas, ataque de milicianos (infantería) a puestos defensivos precedidos de uso de VBIEDs, ciudades sitiadas, empleo de sistemas de armas modernos,... A estas tácticas hace referencia una entrevista consultada. [30]

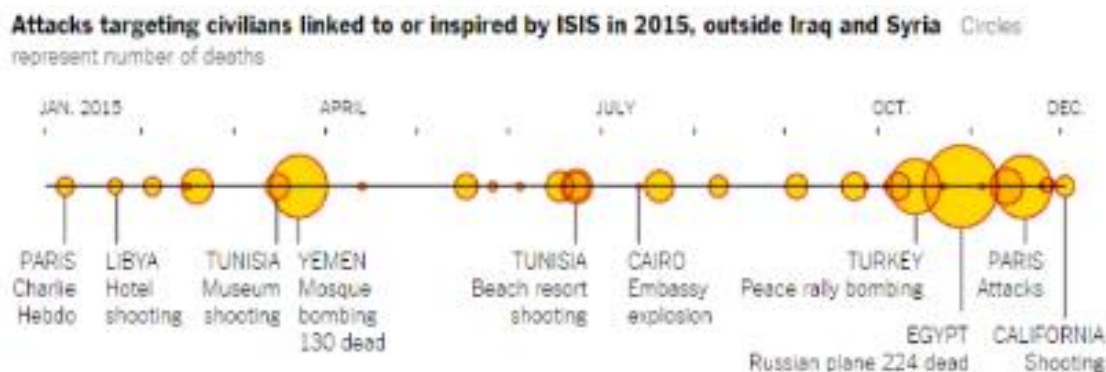


Imagen 21: Actos terroristas a manos del Estado Islámico en los que civiles eran el objetivo. Fuente: (actualizado a 7 DEC) http://www.nytimes.com/interactive/2015/06/17/world/middleeast/map-isis-attacks-around-the-world.html?_r=0

- Es conocida su capacidad mediática: desarrollan su propia revista en la que ensalzan sus victorias y menosprecias a los enemigos, elaboran multitud de videos muy bien montados que muestran el ajusticiamiento que se practica con la Sharia, dominan las redes sociales y hacen de internet su principal medio para captar adeptos,...
- Son especialistas en acciones terroristas a nivel local e internacional. La radicalización que su religión les impone les lleva a cometer todo tipo de actos violentos sin que les preocupe perder su propia vida en ellos [31]. En la imagen 21 podemos ver un ejemplo de la multitud de ataques que han cometido fuera de su territorio solamente en 2015, en el artículo origen de la imagen se habla de al menos mil fallecidos. En la lucha armada que llevan a cabo en su zona de influencia también hacen uso de atentados suicidas, no es nada extraño que empleen vehículos bomba blindados conducidos por suicidas contra puestos fronterizos, centros logísticos, puestos de mando,... El terrorismo es una de sus principales armas y de las más útiles, un ejemplo lo tenemos en el alarmismo europeo tras los fatídicos atentados de París en noviembre de 2015. [32]

En definitiva, es la amenaza global más importante a día de hoy, tanto por el poder del que disponen en su ubicación geográfica como por su capacidad para operar en países muy alejados de su área de control.

- **Amenazas que plantea.**
 - **Campo simétrico**

Para esta parte se refundirán los datos aportados en torno a los actores transnacionales de este apartado. Dichos datos habrán de recoger los principales medios

y sistemas de armas que estas amenazas son capaces de desempeñar y/o usar [33]. En este campo se repasa someramente las capacidades, se da prevalencia al combate asimétrico.

<u>China</u>	<u>Irán</u>	<u>Hezbollah</u>	<u>ISIL</u> [34]
La cantidad de armamento de la que el gigante oriental dispone es ingente, así como la doctrina dentro de este campo; el secretismo es a su vez considerable. Destacar la nueva capacidad de guerra electrónica y el desarrollo de complejos sistemas de armas.	La lucha tecnológica de este país ha disminuido en campos donde no puede igualar a sus competidores. Así, las inversiones en armamento nuclear y en combate asimétrico marítimo se han incrementado. No plantean ningún reto en el campo simétrico.	Su capacidad en este campo ha ido incrementando con el paso de los años. Las tácticas que emplea así como su poderío en armas y vehículos hacen de esta organización un ejemplo de ente capaz de plantar cara en este campo.	Inicialmente este grupo islamista no presentaba ningún reto dentro de la guerra simétrica. Las victorias dieron paso a capturas de armamento y material (carros de combate, cazas,...) No son expertos en táctica simétrica pero si usan dicho material.

Tabla 5: Somero análisis de las amenazas simétricas.

▪ Campo asimétrico

En este punto vamos a ceñirnos a los principales puntos de interés, es decir, dejaremos de lado a China por su complejidad y el hecho de que un análisis de su doctrina simétrica excedería los objetivos del presente trabajo, y a Hezbollah, por lo semejante en sus prácticas para con el mentado ISIS.

De Irán destacar su novedoso empleo del concepto de conflicto híbrido aplicado a los enfrentamientos marítimos. Ha usado artefactos no tripulados, una suerte de misiles antibuque y aviones no tripulados que, junto a una coordinación a nivel operacional y el empleo de medios de guerra electrónico ha supuesto un avance en su campo. Pero, de nuevo, es un campo que escapa a los asuntos que conciernen a este trabajo debido a que el enemigo potencial del ejército de tierra español en zona de operaciones poco tiene que ver con actividades marítimas.

En lo que concierne a lo que nuestra nación pueda llegar a encontrarse, más concretamente el Ejército de Tierra, en cualquiera de sus despliegues, el único protagonismo viene de la mano de ISIL y sus operaciones en oriente próximo. Los sistemas de armas que este grupo terroristas posee, sin entrar en polémicas sobre cómo los ha conseguido, son los que a continuación se relatan. Se ha extraído esta información de fotografías, videos, foros que siguen el conflicto en Siria y una suerte de artículos en diversas páginas web y prensa digital. [35][36]

- Rifles de asalto:

El uso es habitual, lo portan prácticamente todos los combatientes y el modelo más habitual es el AK-47, habiendo muchos otros que provienen de sustracciones en comisarias, bases, acuartelamientos y lugares del estilo. Las naciones de origen son varias, así como los modelos: Unión Soviética (AKM, AK-47, AK-74), China (Type 56), Estados Unidos (M16, M4A1), Alemania (H&K G36, H&K G3),...

- Ametralladoras:

No es raro el video, o herramienta propagandística en general, en el que aparecen estas vistosas armas. Los modelos habituales y sus procedencias son las siguientes: Unión Soviética (RPD, RPK, PKM, NSV y DShK) y Estados Unidos (M249).



Imagen 22: Izquierda: furgoneta común. Derecha: automóvil similar preparado por el ISIS como vehículo bomba. Fuente: www.reddit.com consultado en diciembre de 2015

- Vehículos (ligeros, de transporte, blindados, carros de combate):

Hay muchos de ellos, la mayoría de origen soviético o americano y casi todos capturados bien del ejército o policía iraquí o del ejército sirio. Destaca el uso de vehículos tipo pick-up modificados para portar ametralladoras pesadas, armas antiaéreas o lanzacohetes ligeros, entre otros. No se puede dejar de mentar los vehículos bomba que utiliza este grupo terrorista, su uso se ha vuelto prácticamente una especialidad ya que los modifican de modo que queden lo más blindado posible siendo capaces de llevar gran cantidad de explosivos (ejemplo en la imagen 22)

- Otros:

Hay diversas armas que por su configuración no entran dentro de los apartados anteriores, entre ellas se encuentran: Granadas de mano o autopropulsadas (RPG), misiles contra carro (el TOW americano, guiado por cable), IED (usados como trampas explosivas, en caminos, combate urbano,... dentro de estos se encuentran los vehículos bomba),...

- Principal amenaza.

Dado el poco tono ofensivo de la mayoría de operaciones que las fuerzas armadas españolas desempeñan en el extranjero, es habitual encontrar bases tales como COP's o FOB's¹⁷ que nuestros soldados habitan o protegen, en función si es una zona de vida o, por ejemplo, un puesto de observación. Pero estas bases no son el único punto donde nuestras tropas pueden ser atacadas, es habitual el realizar patrullas y visitas a líderes locales y poblaciones cercanas, todo ello dentro de nuestra zona de responsabilidad en la zona asignada del teatro de operaciones

Durante estas patrullas, y movimientos por el terreno en general, no es extraño que se sufran emboscadas o ataques mediante el uso de artefactos IED. Asimismo, las bases y puestos de observación ocupados son objetivos estáticos de alto rendimiento para los insurgentes, es decir, lugares a los que se puede hostigar, pudiendo planearlo antes, de cuyo ataque se obtienen repercusiones inmediatas: sensación de inseguridad, necesidad

¹⁷ Estos términos hacen referencia a distintas bases usadas en zona de operaciones, se explica más a fondo en el **anexo C**.

que, simplemente, han de realizar una ruta de aprovisionamiento, logística o de repliegue pueden sufrir encuentros fortuitos de IEDs. Las lecciones aprendidas obtenidas en zona, así como la realidad del conflicto evolucionado de la guerra civil Siria, nos clarifican que aquello que se ha de temer con más ahínco son los artefactos improvisados en cualquiera de sus formas.

Queda visto, concluyendo, que aquella amenaza que destaca sobre las demás por su probabilidad de ocurrencia y peligrosidad en términos de daño causado, aquel medio al que se teme sobre cualquier otro y acerca del cual hemos de estar prevenidos y preparados, son los artefactos explosivos improvisados. Estos IED's son estudiados en profundidad en el **anexo B**.

ANEXO B: IEDs Y ESTUDIO DE LA AMENAZA. [41]

En este anexo se presenta una explicación en torno a los IED, siglas de los términos en inglés que corresponden a “*Improvised Explosive Device*” o artefacto explosivo improvisado, y un estudio de la amenaza que estos plantean.

Un IED se puede definir como un conjunto de elementos que, dispuestos de un modo concreto, pueden llegar a producir una explosión. Es típico de conflictos asimétricos y por parte de grupos terroristas contra, principalmente, ejércitos regulares. Tienen poco que ver con cualquier sistema de armas de un cuerpo militar al uso, los componentes de estos artefactos serán los que la organización terrorista pueda abastecerse; dependerán de la zona de fabricación, el conocimiento de quien lo fabrica, la imaginación y la capacidad de producción.

Un concepto clave para con los IEDs es la lucha entre quien los fabrica y aquellos que los buscan y/o desactivan. Los ejércitos occidentales están en una constante búsqueda de información de nuevos métodos y modos de hallar artefactos y desactivarlos; pero no son los únicos, los insurgentes también tienen sus fuentes de inteligencia y constantemente buscan cómo evitar los avances que los EOD¹⁸ ponen en práctica.

El contenido de este anexo se encuentra dividido en los siguientes puntos:

- Composición de todo IED
 - Dispositivo de armado y disparo
 - Explosivos
 - Contenedores
- Daños
 - Onda expansiva
 - Efectos de la fragmentación
 - Radio de acción
- Clasificación de la amenaza, tipos de IED (análisis DAFO: *punto fuerte del anexo*)
 - Tabla resumen
 - Amenaza más probable/peligrosa
- **Composición de todo IED**

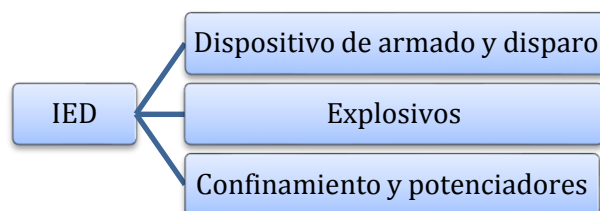


Imagen 24: Elementos de un IED

¹⁸ *Explosive Ordnance Disposal*, o artificieros desactivadores de explosivos, denominados operadores EOD. Son los cirujanos del ejército y su quehacer es el más especializado entre el mundo de los explosivos. Suelen ir acompañados de los operadores EOR (“*Explosive Ordnance Reconnaissance*”) quienes se especializan en el reconocimiento y búsqueda de artefactos.

Los IED se componen de tres elementos imprescindibles que a continuación se definen:

- Dispositivo de armado y disparo

Lo habitual en las cabezas de guerra, como proyectiles de artillería, es usar mecanismos de seguridad y armado, como son las espoletas, para separar el elemento de disparo del detonador que inicia la carga principal. Esta separación no existe en los IEDs. En los IEDs es el mecanismo de armado el nexo entre el disparador y el explosivo primario. Una vez armado, puede ser una señal externa, como una llamada telefónica, o interna, temporizador, la que actúe sobre el disparador y hacer que este inicie el explosivo primario.

- Explosivo o material energético:

Sustancia que una vez iniciada es capaz de liberar su energía química en un tiempo muy breve, con velocidades de miles de metros por segundo, desarrollando de este modo una gran potencia.

- Contenedor:

Envuelta del IED, de todo él en ocasiones y de la carga explosiva en todo momento. Trata de confinar el explosivo, enmascarar el IED, es útil para su transporte e incrementa la letalidad gracias a los fragmentos de metralla proyectables, las denominadas proyecciones¹⁹. En ciertos tipos de artefactos sirven como medio de transporte para los propios terroristas; es el caso de los vehículos bomba o VBIED.

- **Dispositivo de armado y disparo**



Imagen 25: Mecanismos de disparo en un IED.

Su uso puede ser de tecnología única o usando varias en serie (una para el armado y otra para activar la detonación), o en paralelo, asegurando el mecanismo de disparo.

- **Disparo electrónico:**

Caracterizado por emplear componentes electrónicos para generar una señal que inicia la carga primaria. Se dividen en remotos, por sensor y otros.

¹⁹ Ante una detonación, aquello que sale despedido por efecto de la onda expansiva es considerado una proyección. Ejemplo: la metralla o trozos de metal que genera la detonación de una carga en una viga metálica o los trozos que salen despedidos de una granada de fragmentación cuando esta explota.

- **Remoto:** No el más sencillo pero si destacable por su efectividad y popularidad.

Radiofrecuencia: Tanto radio frecuencia (RF), como pueden ser radios o teléfonos móviles, como dispositivos radio control (RC). Su distancia de uso va desde unas decenas de metros hasta pocos kilómetros.

Su uso ha sido frecuente a lo largo de los años en los teatros de operaciones en los que España se ha visto inmerso, destacando Afganistán. El método más sencillo y eficaz de combatirlos es mediante el uso de inhibidores de frecuencia. Estos dispositivos crean una burbuja de seguridad en torno al vehículo que lo porta inutilizando todo receptor de radiofrecuencia que quede en su radio de alcance.

Cable eléctrico: el cable uniría el artefacto con un operador, llamado *trigger-man*²⁰, encargado de activar la carga cuando un objetivo pase sobre ella.

Un método muy popular y combinado en ocasiones con la radiofrecuencia. Su popularidad radica en la facilidad que presenta puesto que junto a un interruptor y una batería permite iniciar la carga a decenas de metros de distancia, y que esta sea activada en el momento que el *trigger-man* quiera. Su uso combinado con la radiofrecuencia trata de evitar la esfera de seguridad que crean los inhibidores. El *trigger-man* haría una llamada a un dispositivo, en caso de que fuera un celular el receptor de radiofrecuencia, que estando fuera del alcance de los inhibidores sería capaz de recibir la llamada y mandar una señal eléctrica vía cable hasta el artefacto.

- **Sensor:** Hacen uso de tarjetas electrónicas con sensores creados para su uso en dispositivos comerciales. Pueden ser por infrarrojo, fotoeléctricos, radar, ultrasonido y otros.

Infrarrojos: Utilizados con mayor frecuencia en entornos urbanos.

Fotoeléctricos: Dos tipos: De barrera y De resistencias dependientes de la luz.

En los de barrera su uso se basa en interrumpir una barrera de luz. En las resistencias dependientes de la luz, su activación depende de la intensidad de luz que reciban. Para ambos tipos es habitual su presencia en entornos urbanos.

Radar: Capaces de medir la distancia y velocidad del objetivo, su uso es menos habitual por la poca sencillez en su fabricación.

Ultrasonidos: Funcionan basados en detectores de presencia y sensores. Un ejemplo sería el sensor de parking presente en los vehículos desde hace unos años. Este sensor, modificado y preparado para los IED, puede permitir que ante la presencia o proximidad de algo o alguien la carga sea activada.

Otros: Hay métodos y materiales que no entran dentro de ningún grupo de los hasta ahora expuestos pero que, por su popularidad entre fabricantes de IED, han de mencionarse. Un ejemplo lo encontramos en los temporizadores, muy usados por su

²⁰ Literalmente, hombre gatillo. El encargado de hacer que el artefacto detone al actuar el dispositivo que lo inicie.

facilidad de manejo, algunos con capacidad para ser programados con días e incluso semanas de antelación.

- Disparo mecánico:

Como se intuirá, caracterizados por el empleo de elementos mecánicos para iniciar el detonador directamente o cerrar el circuito eléctrico encargado de activar el detonador. Podrán ser remotos, por sensor y de otros tipos.

- **Remotos:** La distancia en esta activación remota la aporta un elemento tipo cable o similar y la separación de la carga no suele exceder los veinte metros.

Cable: La función del cable es liberar la energía mecánica almacenada en un sistema tipo resorte; de este modo el detonador queda activado mecánicamente por presión.

Sensor: Basados en alguna magnitud tipo presión, fuerza, temperatura,... Un ejemplo habitual serían los platos de presión, activan la carga cuando algo pasa sobre ellos

Otros: Un reloj mecánico haría las veces de mecanismo encargado de activar la carga permitiendo que un percutor incidiese sobre esta. Un ejemplo lo tenemos en bloques de hielo aplicados a un sistema basado en una báscula el cual, una vez liberado del peso del hielo, activaría el detonador.

- Disparo químico:

Lo complicado de su fabricación, acopio de materiales y habitualidad en su fallo hacen de este tipo de dispositivo de armado y disparo un elemento poco habitual. Baza su funcionamiento en una sustancia químicamente reactiva que reacciona exotérmicamente al entrar en contacto con el material energético. Esta reacción es capaz de iniciar la detonación.

- Disparo biológico:

Al igual que en el apartado anterior, lo complicado de su uso y el hecho de que haya otros métodos más sencillos hacen de este tipo de dispositivos unos de los de más baja incidencia. Su funcionamiento radica en el empleo de animales o plantas.

- **Explosivos**

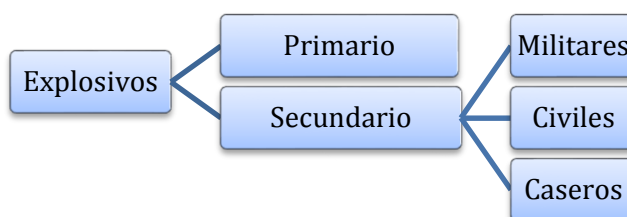


Imagen 26: Clasificación de los explosivos.

Uno de los componentes principales de los IEDs, el explosivo; material que se clasifica entre químico o nuclear, en este somero estudio nos centraremos en el químico.

Se puede definir un explosivo químico como un compuesto, o mezcla de estos, que convenientemente iniciados (calor, impacto, fricción,...) sufren una descomposición exotérmica muy rápida y auto propagada. Esta descomposición genera gases a alta temperatura y presión.

En función de la sensibilidad de iniciación, los explosivos se clasifican en primarios y secundarios, siendo los primarios los denominados iniciadores, más sensibles y por tanto de detonación más sencilla, encargados de hacer activar a carga principal conformada por los secundarios, a su vez divididos en militares, civiles y de fabricación casera.

- Primarios:

Muy susceptibles de iniciarse ante cualquier estímulo o fuente de ignición. Son usados en los detonadores para iniciar el resto de explosivos.

- Secundarios:

Militares: Generalmente constituyen la carga principal de la munición o la cabeza de guerra, también son usados como cargas en detonaciones. Se fabrican con estándares y normas propias de la industria militar. Sus características son particulares: alta resistencia a impactos, la no modificación de sus propiedades por efecto del agua o el calor, pocos humos generados, y otras derivadas de la seguridad y eficacia en su uso.

Civiles: Diseñados, producidos y usados para aplicaciones comerciales o industriales diferentes a las militares. Distinta cadena de fabricación y venta a estos.

De fabricación casera: Aquellos fabricados por los propios terroristas y, por ello, han de ser explosivos que no requieren ni procesos ni instalaciones sofisticadas para su fabricación. A su vez, y clave para esos explosivos, las sustancias que lo componen han de ser de relativa sencillez en su compra y no han de requerir grandes conocimientos técnicos. Se suelen denominar como HME, siglas en inglés para explosivo casero (Home Made Explosive).

- Contenedores

De varios tipos: mecánicos, metálicos y de hormigos. Suelen contener potenciadores, los más habituales son los de efecto químico: gasolinas o combustibles.

- Confinamiento:

Elemento en que se encuentra el artefacto explosivo aprisionado, su cubierta forma parte activa del elemento ofensivo del IED.

- Mecánico: Aumentan la letalidad de los artefactos, se trata de envueltas que se fragmentarían una vez producida la explosión. Dicha fragmentación se puede producir por rotura natural (partículas de diferente tamaño) o preconformada (materiales colocados en torno al explosivo para aumentar su letalidad: tornillos, tuercas,...).

- Metálico: Ollas a presión, bombonas de gas,...
- Hormigón: Su uso, aunque reduce en parte los efectos de la explosión, garantiza un enmascaramiento efectivo. El bloque de hormigón contendría los explosivos y el mecanismo que los acciona.

- Amplificadores químicos:

Se emplean para producir la detonación del elemento que contengan y producir un efecto, incendiario habitualmente.

- Gas incendiario
- Gasolina

- **Daños**

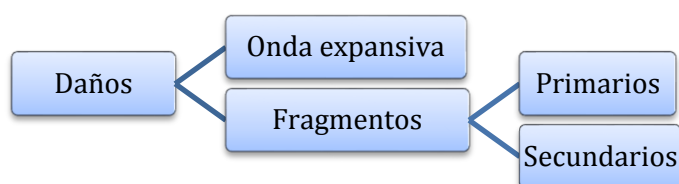


Imagen 27: Tipos de daños causados por una detonación.

El efecto dominante, onda expansiva o fragmentos, dependerá del entorno en que se produce la detonación (espacio cerrado: letalidad mayor por parte de la onda expansiva).

- **Onda expansiva**

Onda de choque provocada por el aire al detonar el explosivo. En espacios abiertos la presión se reduce en gran medida con la distancia, en cambio, en espacios urbanos el efecto destructivo aumenta por efecto de reflexión de ondas en muros.

- **Efectos de la fragmentación**

Los fragmentos pueden ser:

- Primarios: Los generados por el propio proyectil al detonar y que se clasifican en:
 - Naturales: La carcasa o envuelta al romperse
 - Preconformados: tornillería, tuercas,...
- Secundarios: Aquellos que se producen cuando un fragmento primario impacta sobre un material (ejemplo: hormigón). Estos fragmentos secundarios son los más letales.

- **Radio de acción**

Dependerá de la cantidad de explosivo, el tipo de contenedor y el entorno en que detona. Un ejemplo aplicado a los vehículos bomba o VBIED (Vehicle Borne IED) se puede ver en la siguiente tabla²¹:

²¹ En la columna “Zona mortal de la onda expansiva” se supone la hemorragia pulmonar como criterio de mortandad. Para “Distancia mínima de evacuación” se tienen en cuenta los fragmentos que produciría la detonación del vehículo. Todas las distancias se toman considerando a las personas desprotegidas.

Tipo de vehículo	Máxima capacidad de explosivos (Kilogramos)	Zona mortal de la onda expansiva (metros)	Distancia mínima de evacuación (metros)	Peligro por caída de vidrios (metros)
Turismo medio	230	30	460	380
Turismo grande	460	38	530	530
Camioneta, furgoneta de mercancías	1800	61	840	840
Camión pequeño (caja de 4,3 metros)	4500	91	1100	1100
Camión cisterna	14000	137	2000	2000
Semitrailer	27000	183	2100	2100

Tabla 6: Distancia de daño para artefactos explosivos de vehículos. Adaptada de BATF Explosive Standards, Bureau of Alcohol, Tobacco and Firearms, Washington D.C.

• Clasificación de la amenaza, tipos de IED

Clasificar este tipo de artefactos es harto complicado ya que cualquier combinación de componentes hace de un IED un dispositivo prácticamente único. Tratando de realizar una clasificación somera y eligiendo los principales artefactos, se presenta una distinción según el tipo de ignición y una segunda en función del modo de presentación.

○ Según el sistema de ignición

▪ TIED (Timed IED): IED temporizado.

Detonarán pasado un tiempo gracias a un dispositivo mecánico, eléctrico/electrónico o químico entre otros. Puede ir desde el tamaño de una mochila hasta el de un turismo.

▪ VOIED (Victim operated IED): IED activado por la víctima.

Denominados también de trampa explosiva ya que detonaran cuando la víctima en cuestión realice una acción involuntaria concreta. Por lo general, dicha acción (pisar una placa metálica, por ejemplo) cerrará un circuito que hará detonar el artefacto.

▪ GCIED (Generic Command Initiates IED): IED accionado de forma remota.

• CWIED (Command Wired IED): IED activado por cable.

La longitud de los cables suele rondar los 50-200 metros y cualquier elemento auxiliar es válido con tal de hacer transmitir la señal eléctrica (vallas metálicas, railes de tren,...).

• RCIED (Remote Controlled IED): IED activado de modo remoto.

Necesita usar un transmisor, el receptor recibe la señal y se cierra el circuito produciéndose así la detonación. Su uso es habitual en emboscadas como trampa explosiva camuflada.

○ Según el modo de presentación

▪ SIED (Suicide IED): IED suicida.

Recurso habitual en organizaciones islamistas radicales y un problema que plantea un gran desafío por lo difícil que resulta evitar un ataque.

El sistema de ignición suele ser un interruptor, pudiendo llevar también un recetor de radiofrecuencia que activaría el artefacto a distancia e, incluso, un dispositivo de “hombre muerto” que haría explotar el artefacto si el terrorista resulta abatido.

El explosivo, junto a la metralla que lo rodea y hace más letal el ataque, suele ir dentro de una chaqueta o chaleco y, en ocasiones, en mochilas o petates. Suelen portarse en el propio cuerpo (PBIED) o en un vehículo (VBIED).

▪ VBIED (Vehicle Borne IED): Vehículo bomba.

Cualquier IED oculto en un vehículo terrestre como puede ser un coche, camión moto, carro bicicleta,... Los blancos de este tipo de artefactos suelen ser convoyes y, por encima de todo, estructuras tales como embajadas, check points, bases, acuartelamientos y puestos fronterizos o defensivos.

El ataque puede ser:

- Estático: Habiendo dejado el vehículo estacionado en cierto punto y detonando este por acción de un temporizador o receptor de radiofrecuencia.
- Dinámico: Se hace uso de un conductor que oriente el vehículo hacia el objetivo y haga detonar el mismo una vez lo alcance.

El explosivo que llevan es habitualmente HME acompañado de algún material que salga proyectado al detonar el artefacto.

Existe una variante, denominada UVIED (Unanned vehicle IED) que hace referencia al uso de vehículos como portadores de IED con la diferencia de que no llevan conductor. Estos vehículos pueden ser terrestres, aéreos o marítimos.

▪ IPIED (Improvised Projectile IED): IED auto propulsado.

Suele tratarse de munición de artillería modificada. Hay de varios tipos: los activados por espoleta, cohetes, granadas de mortero y granadas impulsadas por cohetes (granadas autopulsadas).

• **Estudio de la amenaza**

Entre los muchos tipos de IEDs anteriormente descritos se realizara una selección de aquellos que resultan más problemáticos para las fuerzas armadas occidentales. Los principales casos de ocurrencia corresponden a los IED...:

- Activados por cable
- Activados remotamente
- Detonados por suicidas
- Sobre vehículo (pudiendo ser casos suicidas o no).

A continuación se hará una breve descripción de estos IED, entrando en detalles del tipo de facilidad de construcción, coste, facilidad de uso, efectividad, grado de ocurrencia en los conflictos actuales y otros aspectos de consideración.

El método a seguir será el uso de un análisis DAFO²² que nos dará una idea general de los pros y contras de cada artefacto dejando claro, más adelante, cual es la principal amenaza. Dicho DAFO se realizara de modo simplificado, usando su metodología para dejar claro las características de cada IED pero aunando las conclusiones en una tabla.

²² Debilidades, Amenazas, Fortalezas y Oportunidades. En el análisis interno (F y D) se tendrá en cuenta la perspectiva del terrorista que perpetra el atentado mientras que para el análisis externo (O y A) el punto de vista estará en quién sufre los IED.

Finalmente se podrá ver un resumen de lo ya expuesto en una tabla que sintetizará todos los datos que en este anexo se han podido ver. Esta tabla, a su vez, se transformará a un valor numérico por campo que dará como resultado una nota para cada IED estudiado.

- **CWIED: IED activado mediante cable**

- **Fortalezas**

El dispositivo será activado en el momento exacto en que el terrorista quiera, pudiendo elegir sobre qué blanco realizar el ataque. Quién aprieta el detonador se encuentra a la suficiente distancia para estar seguro y poder huir (habitualmente en una motocicleta que tienen preparada) lo que supone, en principio, que quien lo activa sobrevive. El artefacto se puede instalar y dejar en el lugar en cuestión hasta que se quiera usar; para su uso no habría más que acudir al punto donde se ha de colocar el terrorista, conectar la batería y apretar el interruptor cuando se quiera. El hecho de que la energía de activación sea eléctrica se transmite por cable garantiza el éxito en la activación de la carga en la mayoría de casos. La imaginación es poder y el ingenio de los terroristas para poder conectar la carga al detonador les ha llevado a usar vallas, tendidos telefónicos y cualquier elemento que ayude en la transmisión de electricidad. El coste no es nada elevado, solo se ha de pagar por el IED en sí (contenedor, explosivo y sistema de iniciación) más el cable que se ha de usar, habitualmente no más de doscientos metros. No es habitual que el terrorista tenga un error de puntería ya que suelen colocar un elemento que ayude a apuntar, es decir, un hito característico entre ellos y el objetivo de modo que cuando la víctima supere dicho hito, ello significará que se encuentra sobre el IED.

- **Debilidades**

El principal factor a tener en cuenta es que un cable de doscientos metros que sale de un camino no es del todo sencillo de enmascarar. Un zapador experimentado no tendrá problema en descubrir la roza por la que se ha enterrado el cable y, si no se descubre, hay herramientas para poder encontrarlo como detectores de cable o métodos como la “búsqueda en v”, dentro de la limpieza de rutas²³, en la que zapadores desplegados buscan indicios en el camino y fuera de él, zona en la que es más sencillo encontrar evidencias de cables. En caso de que el artefacto se haya instalado y no se use en un lapso de tiempo corto, probablemente las inclemencias del tiempo o la vida salvaje autóctona haga que el cable aparezca en algún punto y se pueda detectar el IED. Siendo un cable tan largo, y dada la calidad de los materiales en las zonas donde se usan estos artefactos, no es una temeridad pensar que pueda tener empalmes o esté pelado en diversos puntos, lo que supone problemas para hacer llegar el impulso eléctrico desde el interruptor al explosivo. Dado que se tiene que preparar con tiempo por el hecho de instalar el cable, no es un IED válido si se quiere perpetrar un ataque de improviso. Al contrario que en los artefactos detonados por radiofrecuencia, el operador ha de estar en un punto fijo.

- **Oportunidades**

Una buena instrucción en el manejo de detectores de metales y/o cables permite al zapador que realiza el reconocimiento de itinerario poder hallar el artefacto enterrado o el cable que sale de este. Como con todos los IED que se colocan en rutas, el histórico

²³ Operación típica del arma de ingenieros basada en reconocer una ruta o camino que ha de ser transitada por elementos de la fuerza. Este reconocimiento tiene por objeto encontrar todo artefacto explosivo instalado en la ruta y prevenir futuras apariciones.

de datos de la región nos dará la incidencia de artefactos explosivos que ha habido en la zona por la que vamos a transitar, dándonos la ventaja de conocer de antemano las zonas donde muy posiblemente encontremos un IED. Hay más elementos que delatan la presencia de un artefacto explosivo improvisado, como la presencia de un elemento característico junto al camino que sirva de referencia de puntería para el terrorista. Tendremos la certeza que una ruta limpia quedará de este modo por un tiempo, dando margen para que la fuerza que sigue al equipo que limpia pase sin problemas; dado que se han de tender decenas de metros de cable no es un IED que pueda ser instalado en poco tiempo. Al estar el terrorista en un punto estático será un punto a favor en la situación táctica. La recopilación de indicios post incidente es muy beneficiosa para las fuerzas armadas ya que lleven en muchos casos a la detención de quien fabrica los artefactos.

- **Amenazas**

Es difícil ejecutar una contramedida efectiva para este tipo de artefactos. Así como en lo IED activados remotamente se pueden usar inhibidores de frecuencia, no hay modo de prevenir la activación de estos artefactos. Dado que el terrorista decide cuando actuar y sobre qué objetivo, el hecho de que el primer vehículo de nuestro convoy pase por un punto sin ser atacado no garantiza la supervivencia del resto de vehículos.

- **RCIED: IED activado por radiofrecuencia.**

- **Fortalezas**

El explosivo detonará en el instante en que el terrorista decida, dando así el beneficio de la oportunidad y poder elegir sobre qué objetivo actuar. Dado que se actúa a distancia, quien manipula el transmisor tiene grandes probabilidades de no resultar afectado por la explosión y, además, podrá huir saliendo con vida en la mayoría de casos. Existe un amplio espectro de radiofrecuencia que el terrorista puede emplear, esto aumenta las opciones de ataque. Se puede instalar en poco tiempo dada la sencillez del conjunto. El terrorista es ahora un elemento dinámico que no tiene por qué estar en un punto fijo. El coste de fabricación es bajo, así como los conocimientos técnicos requeridos, y los materiales a emplear no son de difícil acceso. Ante las contramedidas usadas por el objetivo, inhibidores de frecuencia, se puede mover el receptor los metros que sean necesarios para situar este fuera del alcance de la burbuja de seguridad de los citados inhibidores, realizando la unión entre receptor y carga con cable; de este modo el IED sería uno combinado entre por activación remota y por cable. Un solo transmisor podría controlar varios receptores, ello posibilita la creación de escenarios evolutivos y detonación de segundas cargas.

- **Debilidades**

Dado que se usa radiofrecuencia, los vehículos objetivos suelen estar dotados de inhibidores que aseguran que ningún receptor dentro de su rango de acción pueda recibir señal alguna. El terrorista suele emplear elementos del terreno como ayudas para la puntería, algo característico en los bordes del camino puede hacernos sospechar de la presencia de un IED. La complejidad de algunos aparatos electrónicos requiere de especialistas que sepan manipularlos y preparar un sistema de activación que no falle. La influencia de la climatología es destacable siendo probable que el ambiente electromagnético afecte de uno u otro modo al IED. Se puede dar el uso de que la frecuencia a la que el aparato está fijado coincida con una que cualquier aparato este usando como, por ejemplo, un mando de apertura de un garaje; ello puede causar la activación no prevista. Sabiendo esto, se puede deducir que los terroristas usan

frecuencias poco usadas lo que facilita su detección e inhibición. Algunos sistemas de radiofrecuencia requieren de visión directa entre emisor y receptor, otros, por otro lado, no funcionarán a larga distancia lo que podrá facilitar la detección del operador. Ciertos aparatos de radiofrecuencia tienen un retraso de transmisión propio del espectro electromagnético, ello dificultará la acción terrorista sobre blancos que no circulen a velocidad baja.

- **Oportunidades**

Gracias a los inhibidores el efecto del receptor queda capado negando así la posibilidad de que se produzca la detonación. El artefacto ha de ser enterrado por lo que su detección puede llegar a ser sencilla fijándose en el terreno o usando detectores. Al igual que en los CWIED, el histórico de casos producidos en la ruta que vamos a recorrer nos aporta información sobre en qué zona será más probable el ataque, pudiendo desmontar y comprobar esa zona. La toma de pruebas, bien una vez ocurrido el incidente o de un artefacto sin detonar, es muy beneficiosa para la fuerza objetivo de estos ataques ya que se puede llegar a la cabeza que ejecuta los atentados.

- **Amenazas**

Dada la amplia gama de frecuencias que se pueden emplear, se ha de usar inhibidores de radiofrecuencia de amplio espectro si se busca una total seguridad. No podemos estar seguros de que no haya amenaza en todo momento ya que el ataque puede ser contra cualquier elemento del convoy y no solo sobre el primero. En cualquier momento puede ser instalado este tipo de IED por lo que una ruta que ha sido limpiada no garantiza la seguridad de la misma si no se vigila. En esta ocasión el terrorista puede estar moviéndose por lo que su detección post incidente no será sencilla. Se han dado casos en que el receptor se ha alejado del artefacto lo suficiente como para no verse afectado por el radio de seguridad que ofrecen los inhibidores de frecuencia. No es extraño que un IED detone haciendo parar el convoy y que, una vez parado, haga explosión un segundo artefacto; un mismo transmisor puede hacer llegar una señal a varios receptores por lo que un mismo terrorista puede activar varias cargas.

- **SIED: IED operado por un suicida.**

- **Fortalezas**

Dado que se camufla entre la población vistiendo y actuando como el resto de gente, su detección es problemática. Los ataques habitualmente son en zonas densamente ocupadas por lo que el grado de “éxito” suele ser elevado. El efecto conseguido, de sensación de terror e inseguridad, asegura que el grupo terrorista cumpla sus objetivos. Los materiales a usar no suponen un quebradero de cabeza en su adquisición, tanto en lo difícil que sea encontrarlos como lo poco caro que resultan. El manipulamiento del artefacto no requiere de un ojo extremadamente experto, lo habitual es encontrar artefactos bombas que detonan por efecto de un pulsador. El fundamentalismo islámico radical aseguro que haya gente dispuesta a fallecer por una causa que supera a todo lo terrenal. La letalidad está asegurada dado el uso de metralla. La activación del artefacto suele ser manual, mediante un pulsador; pero si esta falla existe dispositivos que ante el fallecimiento del operador, abatido por ejemplo, la carga detonaría. Es más, no son raras las ocasiones en que un segundo terrorista dispondría de un transmisor por radiofrecuencia para asegurar la explosión si algo fallase.

- **Debilidades**

Quien ejecuta este tipo de atentados muere en el mismo, la pervivencia del terrorista no es un hecho como en otros IEDs. Si no se trata de una persona con mucha sangre fría, será fácil la detección de alguien que porta consigo un chaleco de explosivo dado el grado de nerviosismo que mostrará. La cadena logística detrás de este tipo de artefactos es muy específica por lo que será relativamente sencillo para las autoridades poder detener el atentado antes de que se efectúe. El uso de prendas que no cuadren con la época del año es síntoma de ataque terrorista, sumado a otros factores, es decir, si en una aglomeración en verano se puede ver a una persona portando una chaqueta abultada, es indicio de IED.

- **Oportunidades**

Una investigación puede llegar a dar con la organización de este tipo de atentados y, si todo sale como esperado, incluso con la cadena logística que suministraría el IED. Esto ocurre habitualmente en los países de occidente que sufren este tipo de ataques. Quien perpetra el atentado fallece en el mismo, lo cual no es beneficioso pero un punto de vista realista lo vería en el sentido de que esa persona no puede volver a atacar. La lucha contra el fundamentalismo religioso cuenta como medio preventivo y efectivo ante este tipo de actuaciones.

- **Amenazas**

La sensación de terror e inseguridad que causan este tipo de ataques son muy perjudiciales para el bienestar de la nación que lo sufre. Lo impredecible del ataque en términos de defensa activa contar el mismo, hacen de él verdaderamente efectivo. La alta concentración de víctimas en caso de explosión es un gran reto para los equipos de reacción. El abatir al terrorista no asegura el fin del atentado, muchos IED tienen sistemas de activación que seguirán funcionando pese a que el portador hubiera fallecido.

- **(S)VBIED: IED en un vehículo²⁴.**

- **Fortalezas**

El uso del vehículo en estático asegura la sorpresa del atentado, en cambio, si el vehículo en cuestión se lleva a gran velocidad contra el objetivo el efecto causado será mucho mayor; la energía cinética del vehículo al impactar sumada a la onda expansiva de la explosión y los fragmentos generados en la misma aseguran un gran problema para lo que recibe el impacto.

- **Debilidades**

Se ha de disponer de una vía de rodadura adecuada para que el vehículo pueda alcanzar el objetivo fijado. El coste es elevado ya que no solo supone a pérdida de una vida humana si no el vehículo queda totalmente inutilizado, las cantidades de explosivo usadas no son deleznales en absoluto, el blindaje que en ocasiones se le acopla al vehículo es costoso en términos de material usado y tiempo invertido. Si la fuerza defensora consigue abatir al conductor, el que el vehículo avance en línea recta hacia su objetivo no está asegurado.

²⁴ Su uso puede ser suicida pero no siempre es así.

▪ **Oportunidades**

El uso de calibre pesado o armas de fragmentación, como munición antiaérea o granadas autopropulsadas tipo RPG, aseguran no solo la detección del vehículo sino su detonación a distancia. La seguridad preventiva es muy útil en estos casos, hablamos de check points que dispongan de zigzag para que el vehículo no pueda acelerar en la entrada de la base, de fosos en el perímetro de un acuartelamiento que no permitan a un vehículo alcanzar el muro perimetral, bandas de clavos que puedan desplegarse y pinchar las ruedas del VBIED; en definitiva, cualquier elemento de fortificación que asegure que este vehículo bomba no pueda alcanzar su objetivo o que, de hacerlo, lo haga a la mínima velocidad. Si se consigue abatir al conductor es muy probable que el vehículo no siga avanzando en línea recta y puede no llegar a su objetivo.

▪ **Amenazas**

La sorpresa de estos actos es un factor a tener muy en cuenta por las fuerzas que pueden ser objeto de VBIED's. En caso de estar sufriendo un ataque con un vehículo bomba en movimiento, el conseguir abatir al conductor no asegura que no se produzca la detonación a que es habitual tener sistemas de activación a distancia. Los últimos ataques de ISIL contra las fuerzas leales al régimen sirio han dejado ver el tipo de vehículos que está usando esta organización terrorista, se trata de auténticos blindados que cumplen dos funciones: primero, asegurar la supervivencia del conductor hasta el momento de la explosión y, segundo, generar un gran número de metralla cuando detona el IED. El efecto que genera este tipo de ataques es devastador, tanto para el personal que se encuentre cerca del foco de la explosión (las cantidades de explosivo usadas son muy grandes y por ello el efecto de desorientación en aquellos que no han resultado heridos no pueden obviarse) como para la propia edificación o vehículo afectado, de nuevo, el efecto de la onda expansiva generada es en absoluto despreciable y sus consecuencias desastrosas.

○ **Tabla resumen**

A continuación se resume todo lo visto en este apartado en una tabla que clarifica las principales características de cada tipo de IED. Esta tabla consta de 4 columnas, cada una dedicada a un tipo específico de artefacto, y de ocho filas, que abordan diferentes temáticas en relación a los IED's.

Cada casilla se encuentra numerada en función de su grado de importancia en relación al resto de artefactos. De este modo, y dando un ejemplo, una columna que hable sobre la fuerza de la detonación dará un 1 al IED menos potente y un 4 al de más fuerza. Esta numeración nos será útil para deducir qué artefacto es el más peligroso, cuál es la principal amenaza.

	CWIED	RCIED	SVIED	VBIED
Materiales: coste económico & facilidad en provisión.	Bajo, materiales baratos y uso de explosivo tipo HME – bajo, no necesita proveedores especializados.	Medio, necesitan emisor y receptor de radiofrecuencia – bajo, cualquiera que se use puede servir.	Bajo, HME y chalecos no son caros, así como la tornillería – bajo, explosivo casero y materiales usuales.	Alto, se necesita un vehículo que haga de portador y, en ocasiones, blindarlo – medio, cualquier medio de transporte terrestre valdría.
Coste en vidas humanas: Baja del terrorista.	En pocas ocasiones, el modo de empleo permite al terrorista estar alejado.	En pocas ocasiones, al igual que en CWIED el terrorista no está cerca.	Siempre, es una de las características diferenciadoras.	En la gran mayoría de casos, no causaría baja cuando se emplease de forma estática.
Coste en vidas humanas: bajas provocadas.	Bajo, el efecto está orientado hacia un vehículo en un camino en prácticamente todas las ocasiones.	Bajo, en casi todos los casos son artefactos de pequeñas dimensiones.	Medio, su efecto es mayor ya que se emplea en aglomeraciones de gente y situaciones similares.	Alto, la cantidad de explosivo que es capaz de portar, unido a todos los fragmentos que se le unen da como resultado un efecto letal superior al resto de artefactos.
Importancia táctica: objetivos alcanzados.²⁵	Baja o media; es capaz de detener una columna de vehículos, lo que conlleva una situación táctica algo peligrosa.	Baja o media, al igual que el caso anterior su uso es habitual en rutas o caminos y orientado hacia vehículos.	Media o alta; se puede disimular fácilmente, habitual emplearlo en aglomeraciones, y el caos que genera puede emplearse para ataques secundarios.	Alta; su uso en bases o puestos defensivos es frecuente y suele ir seguido de un ataque terrestre, el hecho de que pueda ser tan sorpresivo (estático) como un ataque directo es un factor importante.
Necesidad de conocimiento técnico para fabricarlo.	Baja, los detonadores empleados (elemento más sofisticado) son rudimentarios.	Baja – media, la necesidad de empleo de emisor – receptor de radiofrecuencia aporta algo de complejidad.	Media, su activación es por medio de un sencillo pulsador. La dificultad radica en la colocación y preparación de los fragmentos.	Media – alta, la activación es mediante un pulsador pero si se ha de blindar, se necesita gente instruida que sepa trabajar con metales.
Instrucción necesaria para su uso.	Baja, sería apretar un simple detonador.	Baja, el aparato emisor no requiere pericia.	Media; no en sentido técnico, sí como instrucción para el terrorista. Las situaciones en que se emplea son difíciles.	Baja – media, se debe saber conducir y habitualmente el campo de visión es reducido.
Efectos causados (daño material y personal).	Bajo – medio, los daños que causan son notables pero muy focalizados.	Bajo – medio, daños amplios a objetivos concretos.	Media; el efecto de la onda dependerá del confinamiento del artefacto, los fragmentos que porta causan más daño que la citada onda.	Alto – muy alto; destrucción de edificaciones, capaces de penetrar por perímetros defensivos, la metralla crea bajas,... efecto destructivo superior al del resto de artefactos.
Probabilidad de detección (si detectado, contramedidas efectivas)	Alto, un estudio previo del terreno permitiría ver el cable, así como un histórico de la zona facilita prever ataques. Desactivación posible.	Medio – alto; el histórico de la zona de actuación insurgente y los inhibidores, rebajan la eficiencia. Desactivación posible.	Detección muy difícil: actitud del terrorista, ropa abultada,... Una vez detectado, difícil de neutralizar: detonación manual o a distancia, uso de detonadores por baja del portador.	Dinámicos: detección obvia, neutralización posible si se dispone del armamento adecuado (grandes calibres). Estático: detección posible, desactivación viable.

Tabla 7: Análisis de los principales IED. Autoría propia.

²⁵ Hace mención a lo que consiguen los terroristas al hacer uso de cada tipo de IED. Un SVIED es más importante que otros por la facilidad para disimularlo y el efecto sorpresa que se puede llegar a conseguir, por ejemplo. Por otro lado, la posibilidad de tacer la entrada a una base, el punto más débil, hace de los VBIED un artefacto de alto rendimiento.

	<i>CWIED</i>	<i>RCIED</i>	<i>SVIED</i>	<i>VBIED</i>
Materiales: coste económico & facilidad en provisión.	4	3	2	1
Coste en vidas humanas: Baja del terrorista.	3	4	1	2
Coste en vidas humanas: bajas provocadas.	1	2	3	4
Importancia táctica: objetivos alcanzados.²⁶	1	3	2	4
Necesidad de conocimiento técnico para fabricarlo.	4	1	2	3
Instrucción necesaria para su uso.	4	2	1	3
Efectos causados (daño material y personal).	1	3	2	4
Probabilidad de detección (si detectado, contramedidas efectivas)	1	3	4	2

Tabla 8: Tabla 7 para la que cada campo recibe un valor.

Los valores dados vienen marcados por ser mejor artefacto (4) o peor (1) desde el punto de vista del terrorista. Con los siguientes resultados se obtiene una clasificación en la que podemos observar qué aparato tiende a ser el preferido por la insurgencia, a continuación vemos cada IED con su puntuación (nota más alta posible: 32, más baja: 8) y la equivalencia con las notas entre 0 y 10:

CWIED 19 = 5.94 **SVIED** 17 = 5.31
RCIED 21 = 6.56 **VBIED** 23 = 7.19

○ **Amenaza más probable/peligrosa**

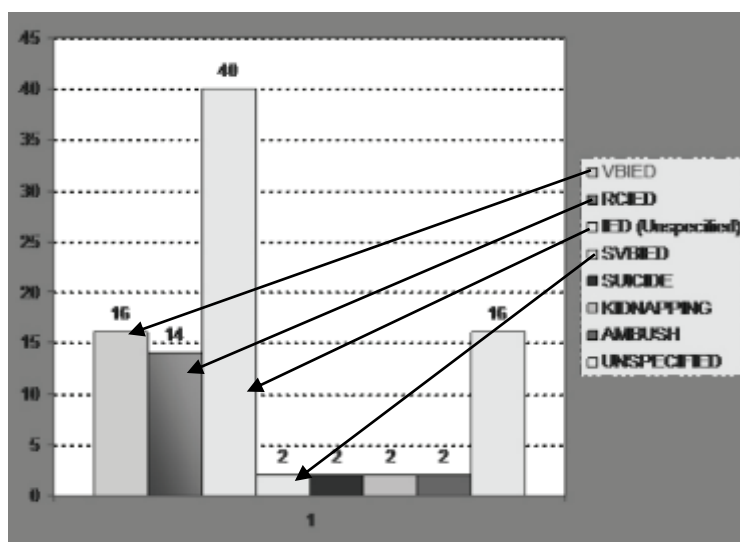


Imagen 28: Incidencia porcentual de distintos artefactos en Afganistán.
Fuente: AARMS, volumen 12, tema 1, 2013

por el empleo de forma estática y detonación en un momento determinado en el caso de los VBIED. Esta versatilidad, unida a la superior capacidad letal, hace de este instrumento algo temido para las fuerzas de la coalición. Por otro lado, el RCIED es

Pese a que no es el artefacto perfecto, ya que en algunos campos otros IED demuestran tener mejores características, el VBIED demuestra poseer ciertos matices que lo hacen ser el arma ideal a emplear por un enemigo asimétrico. De similar modo, el RCIED posee ciertas características que no lo dejan atrás.

El uso de estos tipos de IED's puede ir desde el empleo contra vehículos en un convoy hasta el ataque contra una base, pasando

²⁶ Hace mención a lo que consiguen los terroristas al hacer uso de cada tipo de IED. Un SVIED es más importante que otros por la facilidad para disimularlo y el efecto sorpresa que se puede llegar a conseguir, por ejemplo. Por otro lado, la posibilidad de tacer la entrada a una base, el punto más débil, hace de los VBIED un artefacto de alto rendimiento.

más usado en rutas por ser sencillo de instalar y difícil de detectar, el uso de inhibidores de frecuencia no imposibilita su uso.

Estos IED's activados por radiofrecuencia son ampliamente usados por el enemigo asimétrico, muestra de ello es uno de los artículos que publica la universidad "National University of Public Service" de Budapest, Hungría. En su revista llamada AARMS²⁷ aparece un estudio en torno a la amenaza del artefacto explosivo activado por radiocontrol en Afganistán. Este estudio habla de la gran facilidad en la adquisición de todo tipo de dispositivos que hagan uso de radiofrecuencia, así como da la facilidad para usarlos. Lo realmente interesante es el gráfico presente en la imagen 28, donde someramente se han representado las incidencias de distintos IED's y donde se ve que VBIED y RCIED están entre los más usados. [42]

Finalmente, la experiencia de las unidades de la OTAN desplegadas en zona de operaciones desde 2004 demuestra que infinidad de convoyes han resultado dañados a causa de artefactos explosivos improvisados, con gran incidencia de aquellos activados por radiocontrol. A su vez, la realidad actual del paradigma bélico en Siria e Iraq da luz al uso masivo de vehículos bomba por parte de la organización denominada Estado Islámico.

Se consideran, por tanto, el VBIED como la amenaza más peligrosa a la que ha de hacer frente un ejército occidental actuando en oriente próximo, y el RCIED como la amenaza más probable dada la incidencia de este tipo de IED a lo largo de los años.

²⁷ Academic and Applied Research in Public Management Science.

ANEXO C: ELEMENTOS DEFENSIVOS Y DE FORTIFICACIÓN [43][44][45][46][47]

En el presente anexo se muestran los diferentes elementos defensivos y/o de fortificación entre aquellos de los que dispone el ejército de tierra español. Para ello, se han estudiado varios manuales de fortificación, de doctrina del arma de ingenieros y documentos propios de fabricantes y desarrolladores.

Tras este anexo se encuentran otros dos que abordan la temática de bases en operaciones y un análisis entre Gaviones Hesco Bastion y muros de hormigón T-Wall, el actual trata de presentar y clarificar cada elemento defensivo o de fortificación que pueda aparecer en dichos anexos, así como otros que considero de utilidad para la temática del TFG.

Los elementos encontrados a continuación se dividen en:

- Gaviones:
 - Contflex.
 - Hesco Bastion.
- Barreras o muros de hormigón:
 - T-wall.
- Medidas defensivas anti vehículo:
 - Excavadas.
 - En superficie.
- Obstáculos típicos del arma de ingenieros.

• Gavión

Se trata de un recipiente de forma prismática rectangular fabricado con enrejado de malla metálica, malla geotextil o material similar. Se rellenan de multitud de materiales como pueden ser arena, grava, piedras, cemento, sacos de arena, cerámica,... El tipo de relleno irá en función del uso que se le dará; habiendo de usar, dando un ejemplo, arena bien compactada si lo que queremos es realizar un dique de contención ante una riada.



Imagen 29: Gaviones de enrejado metálico rellenos de piedras usados como pilastras para una pasarela. Fuente: JINLIDA, empresa china del sector.

Su instalación es simple, se sitúan en el sitio donde se vayan a ubicar y se rellenan del material escogido. Los usos son diversos, entre ellos encontramos: apoyo a estructuras (como en la imagen 29, donde sirven de soporte para pasarelas), variados usos en el campo de la ingeniería civil, contención de aguas (diques o inundaciones) y, dentro del campo militar, se usan para proteger ante efecto de detonaciones o como protección ante fusilería o armas de gran calibre.

Para este anexo nos centraremos en este último uso, el que se da dentro del ámbito militar; concretamente se verán dos gaviones cuya denominación viene dada por la empresa fabricante: Hesco Bastion y Contflex.

○ **Contflex**

Se trata de unas bolsas de grandes dimensiones, flexibles, fabricadas en tela o plástico. Ofrecen una alta resistencia y permiten apilar varias unidades para conseguir muros de más de dos niveles en altura.



Imagen 30: Gaviones Contflex rellenos de tierra. Fuente: <http://gavionesflexibles.com/la-empresa/> consultado en enero 2016

Su uso en el mundo de la ingeniería civil está muy extendido, no es extraño ver todo tipo de obras en las que hacen uso de este tipo de gaviones para transportar material o como lugar donde verter escombros.

Tienen la característica, y principal diferencia respecto a su antagonista Hesco Bastion, de que en la mayoría de casos son módulos individuales, lo que implica tener que colocar cada “bolsa” por separado. Aunque podría ser tratado como una desventaja de cara al tiempo necesario para su colocación, dicha diferencia ofrece la ventaja siguiente: No resulta complicado realizar muros con curvatura o en pendiente, las posibilidades ofrecidas son ilimitadas.

Dentro del mundo militar su uso no está generalizado, más por lo joven de esta tecnología para con el citado mundo que por lo poco útil que pudieran ser. Su competidor inmediato, Hesco Bastion, ofrece una variedad de usos que aún no ha alcanzado Contflex y, además, los años de experiencia de la empresa británica son actualmente insuperables.

Pero hay un factor en el que Contflex destaca: El precio y la logística; las unidades de Contflex son más baratas que los gaviones de Hesco y, en relación al transporte, la logística necesaria para el transporte e instalación de estos gaviones es significativamente menos que con las células británicas.

El 17 de septiembre de 2015 se podía leer en las noticias presentadas en la intranet del ejército de tierra que la empresa Contflexdique había realizado una presentación de los gaviones contflex en la unidad de ingenieros de Salamanca. Dichos gaviones, fabricados en polietileno de alta resistencia, ofrecen una larga vida útil siendo ligero y no necesitando mano de obra especializada para su montaje. Los usos mentados en dicha presentación son muy diversos: Como protección balística, reparación de terraplenes, canalización de tráfico, e incluso almacenamiento de recursos como agua o material de obra; destaca la rápida posibilidad de instalación y montaje.

Existen tres módulos estándar con medidas y pesos característicos, pudiendo solicitarse otras especificaciones bajo pedido. El más pequeño, 9 metros de largo con 0,60 metros de ancho y alto, presenta una subdivisión interior en alveolos, quince en total, que asemeja a la construcción de un muro con sacos terreros, con la ventaja de tardar tres veces menos en su montaje.

○ **Hesco bastion**

Se trata de un gavión, cuya forma responde a un prisma rectangular, fabricado con una red metálica enrejada y recubierto en su interior por malla geotextil. Recibe su denominación de la empresa británica de mismo nombre, originaria de Leeds, Inglaterra, donde comenzó su producción en 1989. Se desarrolló con usos para control

de erosión e inundaciones pero expertos militares comenzaron a analizar sus posibilidades como elemento de fortificación.

La gama de productos ofrecida para propósitos militares ofrece una variedad de medidas y tamaños que se pueden ver en la tabla 9, España trabaja con el modelo Mil 1 casi exclusivamente, el tamaño que ofrece es lo suficientemente grande para ser útil, teniendo a su vez un tamaño y peso o suficientemente pequeños como para poder ser manipulado por personal a pie sin necesidad de maquinaria.

	Mil 1	Mil 2	Mil 3	Mil 4	Mil 7	Mil 8	Mil 9	Mil 10
Alto	1,10	0,6	1,0	1,0	2,21	1,37	1,0	2,13
Espesor	1,06	0,6	1,0	1,5	2,13	1,30	0,762	1,52

Tabla 9: Dimensiones de los distintos modelos de Hesco Bastion para usos militares. Autoría propia.

El transporte y almacenamiento de estos gaviones se realiza en módulos, cada uno de un número determinado de células. Hesco Bastion comercializa la célula Mil 1 en paquetes de 9 gaviones; se necesitarían 22m³ de material ²⁸para efectuar su llenado.

Con este material podremos hacer uniones en T, Realizar curvas, esquinas de entre 60° y 120°, construir un muro a varias alturas (teniendo cuidado de respetar una forma piramidal, donde la base hade ser el doble que la altura, imagen 31). Cuando se habla de la disposición que siguen estas células, se cita el número de celdas por nivel; así, en la imagen 31 se diría que sigue una disposición 33221 de Mil 1.

Lo poco técnico de este material lo hace perfecto para su uso en zona de operaciones, con pocas sesiones de instrucción en las que se enseñe como se ha de desplegar, llenar y asegurar, zapadores sin formación técnica específica podrán instalar muros de Hesco.

Una gran ventaja es la rapidez en la colocación, instalación y llenado de estas células. Ello las hace propicias para ser empeñadas en “puntos calientes” o zonas que se encuentren bajo constante hostigamiento. Bajo la premisa de una perimétrica de seguridad, la instalación de un puesto de seguridad, garita de vigilancia o elementos similares no supone ningún problema, ni en cuestiones de tiempo así como tampoco en términos de seguridad o especialización necesaria.

La empresa, gracias a sus años de experiencia, dispone de estudios de campo, suyos y de terceros, que ofrecen como resultado la mejor configuración a construir en función del modelo que se esté usando y la amenaza. Estas pruebas se vienen realizando desde 1991, año en que la empresa británica, junto a agencias del ministerio de defensa de Gran Bretaña, comenzó a testear sus gaviones con varias municione: desde disparos de fusilería (calibres de 5,56 mm y 7,62) hasta granadas de 30 mm. Según su fama fue aumentando se hicieron más y mejores pruebas siendo las más importantes aquellas acaecidas en 1997 en varios países (Estados Unidos, Alemania y Gran Bretaña) en las que se

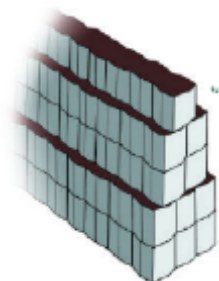


Imagen 31: Detalle de la forma piramidal para construcción en altura. Fuente: Hesco Handbook 2003.

²⁸ Hesco Bastion concertainer: Technical information (Enero 2005). Se contempla que la tierra introducida se ha de compactar y se considera un 10% adicional en concepto de pérdida de material.



Imagen 32: Modelo de muro con Hesco Bastion Mil 1 ante amenaza por VBIED. Fuente: Hesco Handbook 2003.

llegó a probar impactos directos de proyectiles de artillería (155 mm) con resultados satisfactorios²⁹.

En la imagen 32 podemos ver que disposición se habría de adoptar para contrarrestar el efecto de VBIED's, usando como material de relleno arcilla, rocas machacadas y/o arena.

Un punto fuerte de este material en contra posición a las características que ofrece Contflex radica en la posibilidad de reparación. La casa Hesco, en la información que suministra a sus clientes, proporciona el método que ellos proponen para reparar una célula dañada, pudiendo remover esta para instalar una nueva o, si se prefiere, instalar nuevas células frente a la dañada; también está la opción de reparar el trozo de malla metálica si el daño es menor.

- **Barreras o muros de hormigón.**



Imagen 33: Parte del perímetro interior de una base en zona de operaciones.. Fuente: Asignatura de táctica de ingenieros, 5º curso ACING

Su uso en operaciones está muy extendido, multitud de bases hacen uso de este material para materializar calles, espacios cerrados y otros menesteres dentro de las bases. También se han usado para delimitar sectores dentro de ciudades, canalizar el tráfico en CKP's o ECP's y como barrera balística.

²⁹ Pese a que Hesco Bastion es reacia a dar datos técnicos de las pruebas realizadas, en ciertos documentos que proporciona a los clientes, en Hesco Bastion concertainer: Technical information (Enero 2005) se puede encontrar un escueto resumen de los resultados de dichas pruebas.

El nombre más común es “T-wall” por la forma que presentan estos elementos de muro, también se conocen como “Bremer wall” o por el nombre de los distintos modelos: Texas, Jersey y Alaska.

○ **T-wall [48]**

Se trata de secciones de hormigón prefabricadas que han de ser instaladas haciendo uso de maquinaria, camiones para su transporte y grúas para la instalación, siendo necesario personal para la colocación de las piezas en su lugar definitivo. Las piezas de hormigón tienen un saliente en uno de sus extremos con el correspondiente orificio en el contrario, quedando fijadas mediante una unión macho-hembra al instalarse (ver detalle en imagen 33).

Ofrecen una gran protección contra proyecciones, permiten una compartimentación que garantice la seguridad y, como punto negativo, proveen limitada protección contra explosiones.

Hablando de tamaños, es habitual seguir el estándar americano a la hora de escoger el tipo de barrera a usar. Dicho país tiene unos elementos tipo, con sus medidas y pesos, diseñados de acuerdo a buscar la eficiencia en la protección, la cual estará únicamente en función del tamaño y grosor; se pueden ver representados en la imagen 34. Estos son los más habituales pero no los únicos, el ejemplo de la imagen 33 muestra unos modelos muy similares al tipo Texas pero de menos anchura.

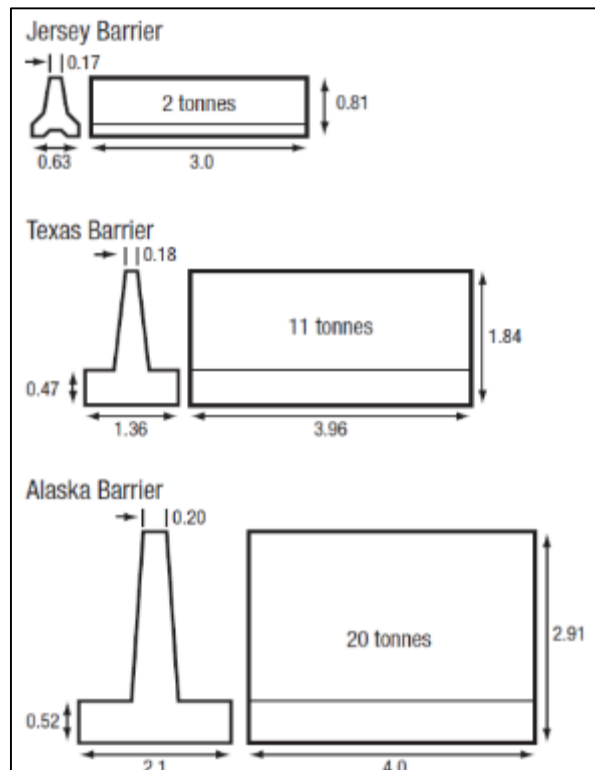


Imagen 34: Medidas y pesos de las unidades de T-Wall típicamente usadas. Fuente: Royal Engineers, Operation Herrick Handbook.

Dentro de los mentados modelos americanos, el más usado es el tipo Jersey, que no es considerado un muro protector como tal si no que su uso radica en canalizar vehículos. El modelo Texas, cuya altura es suficiente para cubrir a una persona o instalación, y el modelo Alaska, el de dimensiones más grandes y peso más elevado.

El efecto “spalling” es un factor clave a tener en cuenta. Dicho efecto es causado cuando un elemento de hormigón, como es el caso de las piezas de muro T-Wall, recibe un impacto en una de sus caras, bien por golpe de un proyectil o bien por la onda expansiva generada por una detonación.

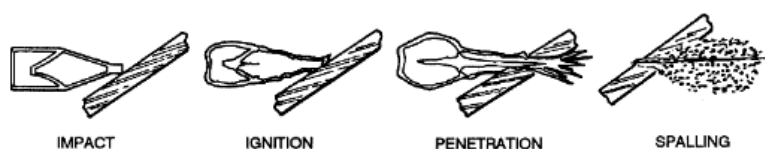


Imagen 35: Efecto spalling. Fuente: www.reddit.com/r/Military consultado en enero de 2016

Este impacto provocaría que se desprendiese material en la cara opuesta, creándose así una serie de proyecciones muy perjudiciales para posible personal que se encuentre en las proximidades. Es por ello que elementos de hormigón tienden a usarse para compartimentación y detención de fragmentos, no así como primer elemento defensivo en perímetros de bases.

En términos de transporte, construcción y colocación, hay un factor concluyente sobre todos los demás, el peso: Se necesitan pesados y lentos vehículos de transporte para mover las unidades de T-wall hasta el punto de colocación; y no solo eso, para su instalación se requiere grúas que los sitúen en su sitio así como personal y maquinaria que ayuden en la colocación.

Su uso queda limitado por tanto para bases y perímetros ya que el tiempo necesario, así como la falta de seguridad a la que se ven expuestas las unidades empeñadas en su instalación, no permite que se puedan situar en “puntos calientes”.

- **Medidas defensivas anti vehículo, excavadas o en superficie.**

Desde tiempos inmemoriales se han usado ingenios que trataban de frenar o detener el avance de una fuerza enemiga. La historia nos aporta un buen ejemplo, hablamos del general Julio Cesar y el uso de abrojos metálicos esparcidos por puntos de paso obligado en tiempos del imperio romano. Con ello trataba de lastimar las monturas de las tropas galas de las que se defendía, el éxito fue rotundo.

Remontándonos a tiempos más actuales, durante la primera guerra mundial se generalizó el empleo de carros de combate y, como no, las medidas de contra movilidad ofrecidas por unidades de ingenieros.

Estas medidas se perfeccionaron y emplearon como nunca ha visto la historia militar a lo largo de la segunda guerra mundial, y, con el paso de los años y la mejora de la tecnología, se ha llegado hasta nuestros días.

- **En superficie**

Dentro de esta clasificación entran los obstáculos tradicionales como las minas contra carro³⁰, el uso de alambrada rápida para detener el avance de vehículos, tetraedros metálicos, conos de hormigón, cubos de hormigón anclados al terreno, cintas de pinchos, caballos de frisa,... Entre otros muchos.

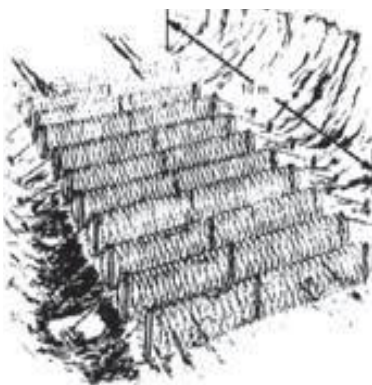


Imagen 36: Obstáculos en superficie, de izquierda a derecha: Alambrada rápida en su disposición anti vehículo (11 rollos), caballo de frisa (modelo sin alambre de espino). Fuente: OR5-409 ORG. TERRENO GURANDES UNIDADES.

³⁰ No se contemplan las minas anti personal ya que España figura como firmante en el tratado de Ottawa, tratado que prohíbe el uso de este tipo de minas.



Imagen 38: Obstáculo en superficie: Conos de hormigón. Fuente: asignatura de Táctica de ingenieros, ACING.

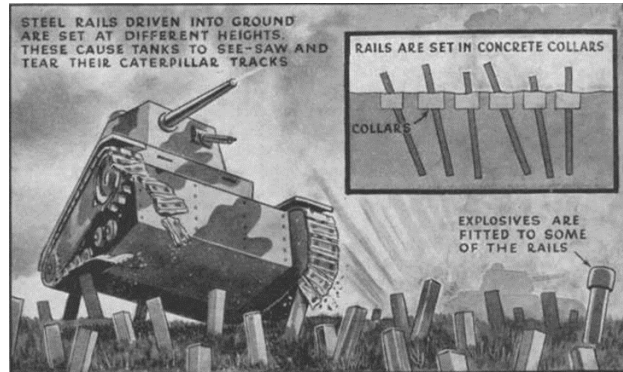


Imagen 37: Obstáculo en superficie: Campos de espárragos. Fuente: asignatura de Táctica de ingenieros, ACING.

Existen otros que se encuentran semienterrados: Parte del elemento defensivo se encuentra anclado al terreno como si del pilar de una edificación se tratase. Ejemplos son los erizos checos, los campos de espárragos u otros métodos más modernos como los bolardos mecánicos que se despliegan o entierran a voluntad de quien los controle (bolardos escamoteables). Estos últimos son muy eficientes para el control de acceso a bases e instalaciones ya que son capaces de detener vehículos, por muy rápido que vayan o peso que lleven, sin mayor repercusión para con su funcionamiento.

○ Excavadas

Entre los de este tipo encontramos los fosos contra carro (con posibilidad de ser excavados a mano, con maquinaria o haciendo uso de explosivos), taludes y y movimientos de tierra practicados en estos taludes.

Este último caso, los taludes en los que se ha practicado un desmonte con intención de generar dicho obstáculo contra vehículo, son los más indicados para el caso tratado en el presente trabajo fin de grado.

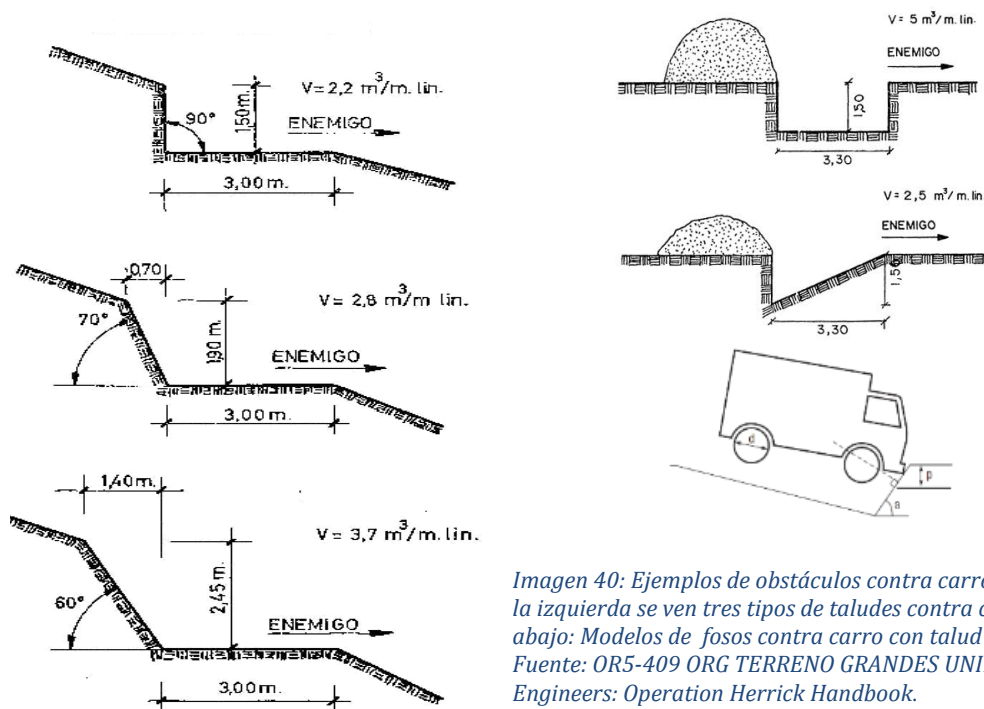


Imagen 40: Ejemplos de obstáculos contra carro excavados. A la izquierda se ven tres tipos de taludes contra carro. De arriba abajo: Modelos de fosos contra carro con talud y zanja en V. Fuente: OR5-409 ORG TERRENO GRANDES UNIDADES y Roral Engineers: Operation Herrick Handbook.

Dadas las características de las bases en operaciones, sobre lo cual se podrá leer en el **anexo D**, el perímetro exterior, así como la entrada a las bases, son los objetivos sobre los que podría atacar un VBIED, mayor amenaza que sufren estas bases. Gracias a un talud que se practicase como primer obstáculo perimetral se podrían detener dichos ataques; un ejemplo de este posible talud lo encontramos en la imagen 40.

• Obstáculos típicos del arma de ingenieros.

Más por su faceta anti personal que por su uso anti vehículo, hay multitud de elementos defensivos que son de incumbencia para con este trabajo.

Entre aquellos que vienen siendo usados por los ingenieros militares desde hace décadas encontramos los siguientes: concertina, vallas metálicas, rollos de alambrada rápida, vallas de alambrada ordinaria,... Hoy en día el empleo más habitual es instalar en la parte superior de los muros perimetrales de bases vallas de alambrada, así como rollos de alambrada rápida o similar; en la imagen 44 se pueden ver algunos ejemplo de lo anteriormente mentado.



El rollo de alambrada ordinaria va cayendo en desuso ya que requiere más hombres y tiempo para su instalación que la alambrada rápida. La concertina, muy similar a la alambrada rápida pero con cuchillas en vez de puntas metálicas, prácticamente no se usa en el ejército español (únicamente con propósitos de instrucción y adiestramiento).

Imagen 41: Distintos modelos de concertina. Fuente: www.alibaba.com Consultado en Diciembre 2016

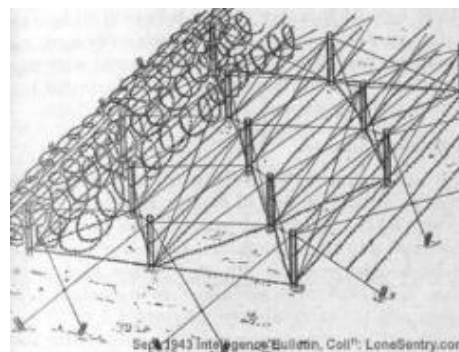
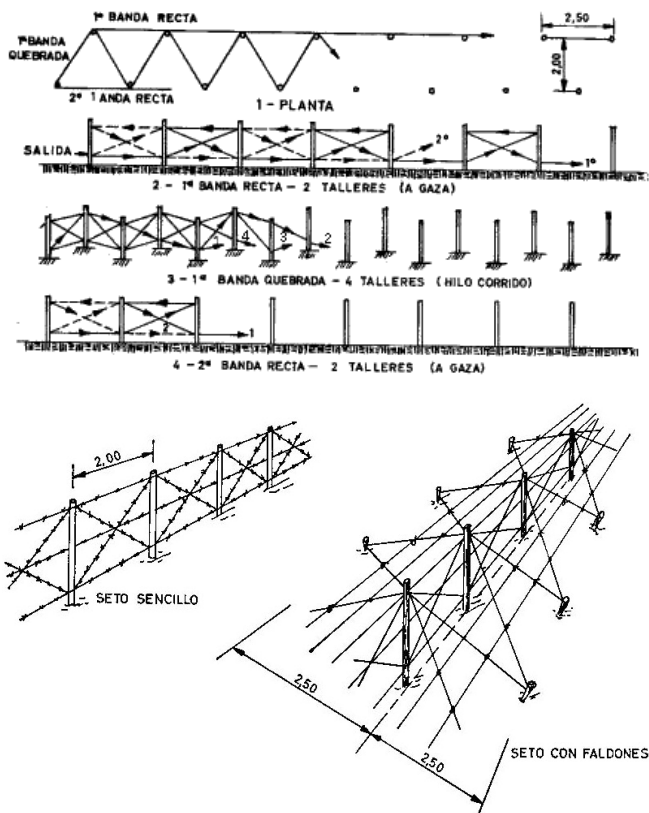


Imagen 42: Arriba Izda.: Construcción de una valla con alambre de espinos ordinario. Dcha.: Obstáculo compuesto en base a alambrada rápida y alambre ordinario. Izda.: Distintos modelos de construcciones con alambre de espinos ordinario. Fuente: OR5-409 ORG TERRENO GRANDES UNIDADES y <http://www.lonesentry.com/articles/barbedwire/> consultado en enero de 2016

ANEXO D: BASES EN OPERACIONES [47][49]

Siguiendo el devenir de nuestras fuerzas armadas para con el cumplimiento de los diversos tratados internacionales en los que figuramos como firmantes, España viene participando desde hace varios años en multitud de misiones internacionales, estando la mayoría de ellas ubicadas geográficamente en oriente próximo. Estas operaciones, de estabilización³¹ en su mayor parte, se han presentado ante un enemigo irregular, siendo este el modelo más probable en enfrentamientos futuros.

No se puede olvidar el término ya visto de amenaza híbrida y todo lo que este conlleva. La amenaza que sufre Siria e Iraq en estos momentos no engloba solamente aquello que el enemigo asimétrico ofrece, sino que va más allá.

Lo que no puede ser negado es que las citadas misiones se llevan a cabo fuera de territorio nacional y con proyección de fuerza y apoyo de personal civil. En estas misiones el uso de la fuerza contribuye a la prevención y resolución de conflictos y apoya en la gestión de crisis, todo ello con intención de alcanzar los objetivos señalados a nivel estratégico.

Las operaciones tienen lugar en zona enemiga, en un territorio dominado por ese actor asimétrico al que nos hemos venido enfrentando, o híbrido al que nos enfrentaremos. Por ello, la amenaza puede venir desde cualquier dirección y las zonas donde despliegan las unidades no son contiguas; de esto emana la necesidad de



Imagen 43: "Fuerte Chacal", COP creada en el Sahara durante 1974 para la defensa perimetral de Aaiún.. Foto: <http://alcantara.forogratias.es/iv-tercio-sahariano-alejandro-farnesio-villa-cisneros> consultada en noviembre de 2016

³¹ Podría entenderse como misiones de paz sin serlo. Estamos hablando de misiones de imposición de paz basadas en la formación de las fuerzas armadas del país hospedante, entre otras muchas misiones.

proporcionar espacios seguros para el despliegue de unidades propias, espacios seguros capaces de dominar el vasto territorio asignado, bases en las que poder vivir durante el tiempo que dure el despliegue.

Además, las misiones desempeñadas exigen que controlemos los grandes espacios y sus poblaciones, con presencia permanente de unidades, usando efectivos normalmente limitados. Estas misiones se llevan a cabo usando actividades de contrainsurgencia, patrullas, batidas, protección de itinerarios, limpieza de rutas,... Lo que nos exige el traslado de unidades entidad agrupamiento táctico³², o inferior, a posiciones avanzadas de diferentes tipos, posiciones que han de ofrecer las mejores condiciones en seguridad, logística, comodidad y apoyos de fuego a las unidades ocupantes.

Todas las misiones en las que se ha visto inmersa nuestra nación han tenido un común denominador, el apoyo de las unidades desplegadas en bases, destacamentos o posiciones avanzadas. Es por ello que España ha ido incrementando su investigación y desarrollo en acciones de tipo defensivo como pueden ser la fortificación y defensa de posiciones, además de procedimientos de construcción y colaboración entre unidades de combate y apoyo al combate.

En este anexo se abordarán los distintos tipos de bases que España es capaz de desplegar en zona de operaciones, las características de estas junto con todo lo que se pueda explicar de ellas para, finalmente, centrarnos en el estudio de la defensa del perímetro en estas y de aquél elemento defensivo que nos es de más incumbencia de cara a la amenaza planteada³³: La entrada o entradas, parte fundamental del citado perímetro.

En el presente anexo se verán lo siguientes puntos:

- Tipos de bases:
 - Aspectos generales.
 - Tipos de bases.
 - FOB.
 - Posiciones avanzadas: COP & OP.
- Protección de la base:
 - Aspectos generales
 - Protección de personal, armamento e instalaciones.
 - Defensa perimetral
 - Obstáculos contra vehículos
 - ECP
 - Control de acceso para vehículos

³² Se trata de una organización operativa de entidad batallón, en torno a 600 personas.

³³ Como se ha visto en el **anexo B**, la amenaza a la que debemos hacer frente como sistema de armas más peligroso y entre los más probable es el VBIED, o vehículo bomba, siendo este operado por un terrorista suicida en la mayoría de ocasiones (VBSIED).

- **Tipos de bases**

- **Aspectos generales**

La experiencia que los diversos contingentes desplegados fuera de territorio nacional han traído consigo nos dice que la fuerza militar debe adoptar, para el desarrollo de las operaciones, un despliegue fundamentado en bases, destacamentos y posiciones avanzadas.

Este tipo de bases se dividen en dos tipos siguiendo una clasificación en función de su tamaño, dato que está en relación a la entidad de las unidades alojadas, los servicios que puede ofrecer y el grado de seguridad. Estos dos tipos son las FOBs, o bases de operaciones avanzadas, y las posiciones avanzadas, que engloba a las posiciones avanzadas de combate o COPs, los puestos de observación u OPs y otras que no se presentan en este análisis.

Algo en común a todas ellas es el nivel de alojamiento, que va desde nivel 1 a nivel 3, y toma criterios como dónde se alojan las unidades (material en dotación como las tiendas, elementos prefabricados como contenedores de veinte pies,...) y el tiempo estimado de despliegue (desde seis meses hasta más de un año).

- **Tipos de bases**

- **FOB (Forwar Operation Base)**

Se traduce como base de operaciones avanzada y se entiende más como concepto que como un tipo de base en sí. Su definición es la siguiente: zona del terreno ocupada y organizada como base militar, que se utiliza para planear y conducir la acción militar de estabilización, mantener la capacidad de combate de las unidades que operan en el teatro de operaciones y hacer efectiva la presencia de fuerza en la zona.

Dicho de otro modo, es una plataforma de proyección de la fuerza gracias a la cual se tiene presencia en la zona, favorece la seguridad de movimientos ya que nos aporta control y seguridad en dicha zona, posibilita el planeamiento y conducción de operaciones, proporciona apoyo logístico y, en ocasiones, en ella se adiestran unidades. Un requisito clave para este tipo de bases es que dispongan de cierta autonomía en el sentido de que ha de poder conducir y controlar sus propias operaciones, además de poder proporcionar el apoyo logístico que estas necesiten. Una de sus misiones tipo es desplegar unidades en posiciones avanzadas para que estas, dentro del marco de la operación de estabilización, puedan realizar patrullas, hacer presencia en la zona y entablar conversaciones con líderes locales que, de otro modo, estarían fuera del rango de alcance de la FOB.

Esta gran base ha de contar con un área para la toma y despegue de helicópteros, así como una pista cercana donde aviones puedan aterrizar. No se puede dejar de lado la seguridad, el sistema de defensa y protección ha de ser lo suficientemente bueno como para que se puedan desarrollar el resto de cometidos sin grandes percances.

La localización de la FOB depende en gran medida de su utilidad y las misiones que se le ha encomendado. Hay diversos factores a tener en cuenta como la meteorología, el tipo de terreno, que no haya alturas dominantes que la circunden,... Un aspecto fundamental es la seguridad, se debe conocer qué tipo de insurgencia opera en la zona y cómo actúa, prestando especial atención a las posibles avenidas de aproximación y situando los vehículos y las armas colectivas orientadas a estas.

Lo habitual es que se disponga de dos entradas para poder alternar su uso, teniendo elementos de obstrucción de despliegue rápido para cerrarlas si hiciera falta, así como barreras tipo zigzag que obliga a los vehículos que se aproximan a disminuir la velocidad. Menos común, aunque igualmente necesario, es preparar la parte exterior del perímetro con obstrucciones en profundidad, de modo que un posible avance enemigo por cualquier punto quede frustrado. En cambio, lo que no se puede dejar de hacer es implementar algún tipo de obstáculo contra vehículo en el perímetro exterior, de este modo se estará preparado ante posibles ataques con VBIED.

- **Posiciones avanzadas: COP (Combat outpost position) y OP (Observation post)**
 - **COP**



Imagen 44: COP Hernán Cortés en Darre e Bum (Afganistán). Fotografía tomada en febrero de 2012.

Una COP es una base avanzada ocupada por una fuerza con capacidad de realizar acciones de apoyo a la seguridad y ayuda humanitaria, se considera como elemento avanzado de una FOB. Depende logísticamente de dicha FOB o elemento similar y se caracteriza por la primacía de la protección de la fuerza sobre la comodidad, lo que limita sus infraestructuras.

Se caracteriza principalmente por ser temporal (estará operativa entre 6 y 24 meses), estar situada en una zona dominante que permita su defensa eficazmente y habitualmente tienen una rotación periódica de las unidades que las habitan. El uso de unidades de ingenieros, de zapadores como norma general, será clave para su diseño/planeamiento, construcción, mantenimiento y desmantelación.

Las misiones de estabilización que desempeñan nuestras tropas en zona de operaciones tienen un factor de gran importancia que es la población local. Para ganarse este factor, no solo se requieren operaciones humanitarias y de ayuda a poblaciones, sino que hace falta presencia de fuerza mediante patrullas u ocupación de posiciones. Este problema se entendía como tal cuando solo se operaba desde FOB, las tropas habían de recorrer largos caminos de ida y vuelta con patrullas de varios días; en cambio, con el surgimiento de las COPs, estas se usan como base desde las que las unidades comienzan sus patrullas y ocupan el terreno.

Este tipo de bases permiten, en definitiva, que la fuerza desplegada pueda dar continuidad a la presencia de tropas, que se entablen relaciones con líderes de tribus locales pudiendo dar ayuda más precisa y obtener información en retorno, ser origen de patrullas y que estas sean más cortas y efectivas permitiendo así que se conozca mejor el terreno y sus gentes, y, finalmente, ser un punto de apoyo logístico a helicópteros que operen en la zona.

Un punto negativo es la escasa entidad de la unidad que la ocupa, en torno a 150 pax. El mando habrá de tener planes de contingencia preparados en caso de que tenga lugar un ataque que supere las posibilidades de la COP.

La ubicación de la COP depende de varios factores, entre ellos: terreno que facilite la defensa (alejado de rutas principales y núcleos de población, dominante en todas las direcciones, que el terreno en las proximidades no facilite el acceso a VBIED,...), no importa tanto el tipo de terreno dado el carácter semipermanente de la base y su falta de instalaciones ancladas al terreno y ha de existir un suministro de agua próximo o en el interior.

En términos de seguridad, aparte de lo arriba escrito, estas bases han de estar fortificadas y preparadas para poder defenderse ante todo tipo de ataques. Es importante que la entrada, siendo el punto más sensible, tenga una preparación mediante elementos defensivos que prevenga de la actuación de VBIED, así como obstáculos y preparación del terreno en torno al perímetro de la base de modo que ningún vehículo no deseado pueda llegar hasta el muro.

▪ OP

Observation Post. Se trata de un observatorio fortificado, ocupado por una unidad de pequeña entidad, con carácter fijo o temporal, y destacado por una COP o FOB.

Su finalidad es la de proporcionar vigilancia e información sobre una zona oculta de la base de la que ha sido destacado, con el fin de prevenir y alertar de posibles ataques.



*Imagen 45: Proceso de construcción de un OP, en base a Hesco Bastion.
Fuente: ASPFOR XXX, Afganistán, abril 2012*

Estará fortificado así como preparado para poder defenderse en cualquier dirección. En la medida de lo posible, el acceso mediante vehículo será prohibitivo para así negar un posible ataque insurgente que usara VBIED. En ocasiones se encontrará más allá de la zona de control de la base que lo despliega, concretamente en misiones ejerciendo del tipo de control de rutas.

Estará preparada logísticamente para poder mantenerse por sí misma durante varios días en términos de comida, agua y munición. En sus proximidades debe de haber una zona en la que un helicóptero pueda tomar tierra.

- **Protección de la base**

- **Aspectos generales**

La protección física ha de contar con todas las medidas, en término de elementos de fortificación y defensa activa mediante sistemas de armas colectivos e individuales, necesarios para mantener a la fuerza resguardada. Para ello, el diseño, construcción y mantenimiento de la infraestructura e instalaciones ha de estar en pos de una adecuada protección contra los ataques de la insurgencia, incluyendo en estos el uso de IEDs.

En el proyecto de la base se tendrá en cuenta el plan de fortificación y el grado de protección a alcanzar. Durante la construcción de dicha base, se han de establecer planes de seguridad, reacción y protección de la fuerza. Para que esta seguridad sea efectiva se tiene ha de tener en cuenta la amenaza a la que se hace frente, evaluando la insurgencia y sus capacidades, tener localizadas vías de aproximación probables en caso de un posible ataque y que toda esta información este constantemente actualizándose.

En el plan de fortificación hay elementos que destacan por su importancia: defensa perimetral (con el obstáculo pertinente encargado de definir el perímetro), los puntos de control de acceso o ECP (“entry control point”), los asentamientos de armas y vehículos y los refugios de personal.

- **Protección de personal, armamento e instalaciones.**

Se ha de tender a la instalación de sistemas de armas colectivos y vehículos que puedan proporcionar apoyo de fuegos en el perímetro, dando especial importancia a tener preparadas protecciones en base a elementos de fortificación para los vehículos.

El personal ha de tener refugios donde guarecerse en caso de que la base sufra un ataque. Estos refugios se dimensionan en función de la cantidad de personal que haya en la base y el tiempo que puedan estar dentro de ellos.

Ciertas instalaciones se consideran punto crítico en el interior de la base. Deben estar dotadas de protección especial debido a que, sin ellas, la base no podría realizar sus funciones (misiones asignadas) y la fuerza alojada perdería moral.

Por ello, espacios como centros de mando o transmisiones han de tener un recinto propio que solo cruzará personal autorizado, así como muros de protección ante detonaciones o fragmentos tipo metralla.

Otras instalaciones críticas que deben tener su seguridad perimetral, y cubierta superior en función del tipo de amenaza, son las zonas logísticas (almacenamiento de agua, comida, carburantes,...), espacios sanitarios y depósitos de munición y explosivos (los polvorines), especialmente estos últimos.



Imagen 46: Detalle de la COP Hernán Cortés en el que se aprecian las posiciones fortificadas para vehículos.

La zona de vida se protegerá en función de la prioridad. Por ejemplo, en las COPs, donde la seguridad prima sobre la comodidad, los alojamientos tendrán protección balística al menos pero polvorines y zona sanitaria tendrán elementos de fortificación horizontales y verticales.

En la imagen 44, la COP *Hernán Cortés*, se puede apreciar los espacios diferenciados dentro de la base, en dicha imagen se observa que se ha usado tanto T-Wall como Hesco Bastion en la compartimentación de los distintos espacios.

○ **Defensa perimetral**

Se trata de la principal y más importante línea de defensa de la base ya que, sin ella, el personal y las instalaciones quedarían desprotegidas. Entre todos los elementos que incluye hay varios que nos incumben de forma especial de cara a la defensa ante un posible ataque usando VBIED:

- Distancia de seguridad, entre el perímetro exterior y el interior. Es el mejor método para alejar los efectos de explosiones y ataques en general de las instalaciones del interior.
- Obstáculo perimetral, que consta de obstáculos contra personal y contra vehículo, compuesto de vallas, muros,... Cabe destacar el papel clave que juega el ECP en toda base, siendo este el punto más vulnerable ante un posible ataque con vehículo bomba.
- Camino interior perimetral, necesario para realizar patrullas y clave para reacción armada ante ataques.
- Torres de vigilancia, asentamiento de vehículos y de armas e iluminación. Importantes para la defensa en sí, no tan fundamentales para contrarrestar VBIED.
- En caso de poder disponer de ello, sistemas de vigilancia y de detección de intrusos.

▪ **Obstáculo perimetral**

El obstáculo, en base a elementos defensivos o de fortificación, es la parte esencial del sistema de seguridad del perímetro y dentro de este del ECP, donde sirve para facilitar el control de entrada y salida de personal y vehículos.

El hecho de crear un perímetro responde a varias necesidades: definir el perímetro de la base, crear un elemento disuasorio materializado en el terreno para quien intentara penetrar en la COP o FOB, asegura el buen desempeño de la unidad de seguridad, canaliza el flujo de personal y vehículos a través de los puntos de entrada a la base,... Y otras funciones no tan importantes.

Los obstáculos pueden ser contra personal o contra vehículo, a continuación se encuentra una clasificación de estos:

• **Contra personal:**

Su importancia no es despreciable ya que sin ellos un insurgente podría ser capaz de penetrar en el recinto interior de la base y colocar un paquete explosivo o atentar de cualquier otro modo.

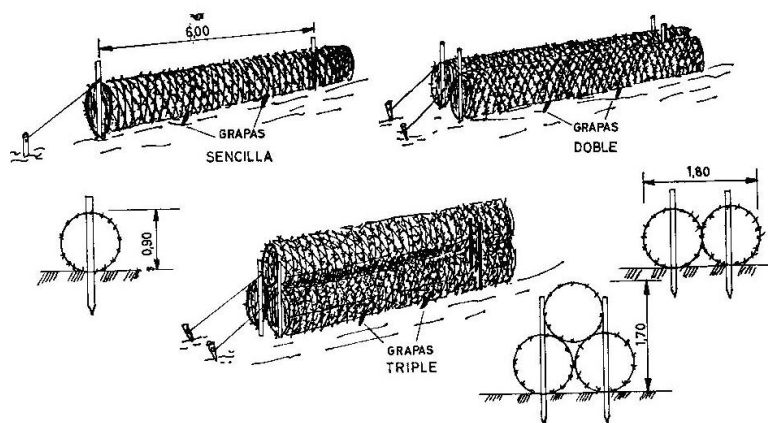


Imagen 47: Instalación de alambrada rápida en su configuración como simple, doble y triple.. Fuente: OR5-409: organización del terreno.

través de los puntos de entrada a la base,... Y otras funciones no tan importantes.

El hecho de crear un perímetro responde a varias necesidades: definir el perímetro de la base, crear un elemento disuasorio materializado en el terreno para quien intentara penetrar en la COP o FOB, asegura el buen desempeño de la unidad de seguridad, canaliza el flujo de personal y vehículos a

Los obstáculos pueden ser contra personal o contra vehículo, a continuación se encuentra una clasificación de estos:

Los más comunes son las vallas de alambrada, concertina, alambre de espino y muros de hormigón; es habitual también la colocación de alambrada en la parte superior del muro perimetral de modo que se evite que pueda superarlo una persona si lo trepa o, en caso de ataque, que una granada de mano llegue al perímetro interior.

Estos obstáculos pueden superarse haciendo uso de una cizalla o simplemente trepando, es por ello que han de estar bajo constante supervisión, bien con personal a pie o en vehículo o con cámaras de vigilancia.

Este tipo de obstáculos, aunque importante y necesarios, no son el principal punto de estudio de este análisis, a continuación veremos una extensa explicación de los obstáculos contra vehículos.

- Contra vehículos:

Su principal y primordial uso es el de detener los vehículos en el perímetro de una base, siendo en ocasiones necesario diseñarlos para que dichos vehículos no puedan llegar al citado perímetro. Asimismo, sirven para establecer una adecuada distancia de seguridad para la defensa de puntos críticos.

Los elementos de fortificación más comunes que pueden ser encontrados en el obstáculo perimetral y/o ECP son: barreras de hormigón, guardarraíles, zanjas (solas o combinadas con muros de hormigón u otros obstáculos), caballos de frisa, bolardos, erizos de acero (más efectivos si se unen con cable de acero o cadenas), barreras rellenas de tierra (gaviones como generalidad o Hesco Bastion en particular) y elementos improvisados o de circunstancias.

En el diseño de un obstáculo contra vehículo se han de tener diversos factores en cuenta, estando varios de ellos en función del elemento de fortificación a usar. La información a recopilar ha de recoger datos acerca del tipo de vehículo que usa la insurgencia y, con ello, la velocidad que puede alcanzar y la cantidad de explosivos que llega a cargar; se debe tener en cuenta los posibles puntos de impacto a lo largo del perímetro, la distancia de seguridad entre dicho perímetro y la zona de vida e instalaciones, si se dispone de iluminación o no,...

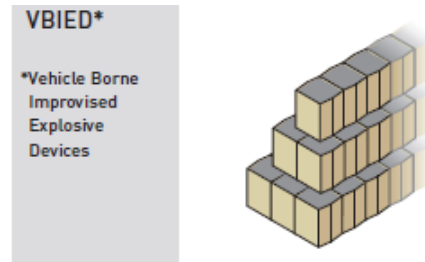


Imagen 48: configuración de Hesco Bastion tipo "Mil 1" ante amenaza por VBIED. Fuente: construction guide v2, Hesco Bastion

Un ejemplo lo podemos encontrar en el uso de barreras rellenas de tierra, la empresa Hesco Bastion propone una distribución de sus gaviones rellenables en función del tipo de amenaza y el tamaño de gavión: Usando gaviones tipo Mil 1 y ante una amenaza de VBIED, se propone la configuración en tres alturas vista en la imagen 48.

Esta configuración se propone en base a pruebas hechas por la empresa fabricante, absorbería tanto el impacto del vehículo contra la barrera, como la fuerza cinética que generaría dicho vehículo al detonar su carga explosiva.

A continuación se verá en profundidad los pormenores que entraña un punto de control de acceso a una base o puesto fortificado.

○ ECP

El ECP, *Entry control point* o punto de entrada a la base, es el lugar más sensible, en término de parte en la que sería más viable atacar dado el daño que se causaría, dentro del perímetro de toda COP o FOB. Está formado por una combinación de elementos que permiten el control de personal, material y vehículos, así como su registro y conducción de forma fluida.

Habitualmente, y dependiendo del tamaño de la base, no habrá un solo punto de acceso; de este modo se distribuye el flujo de entrada y salida de vehículos y personal (pudiendo fijar un acceso para entrar y otro para salir, entre otras medidas), sin olvidar que la base no queda anulada en caso de ataque.

A lo largo de las operaciones que han ido transcurriendo en zona de operaciones, y en aquellas que se están llevando a cabo hoy en día, los ECP vienen siendo atacados por la insurgencia, normalmente con VBIED aunque también hay casos con SBIED, buscando dejar inoperativa la FOB. Teniendo un punto de control de acceso debidamente diseñado no ha de ser complicado defenderse de estos ataques.

Los ECP han de cumplir la función de evitar la entrada de personal o vehículos sin autorización, facilitar el flujo de tráfico y contribuir a la seguridad perimetral. A continuación se verán diversos apartados en los que se profundiza en los campos de:

- Áreas que ha de tener un punto de control de acceso
- Características de estos
- Criterios en su diseño y contención de vehículos.

■ Áreas formantes de un ECP

Dentro de las posibilidades de cada base, lo ideal es que un punto de control de acceso disponga de cuatro áreas diferenciadas que son la de aproximación, de control de acceso de respuesta y de seguridad.

El área de aproximación es el nexo entre la zona exterior a la base y esta misma. Lo habituales que contenga elementos que hagan disminuir la velocidad de los vehículos que se aproximan, distribuir el tráfico por tipo de vehículos, disponer de elementos de alerta temprana que reaccionen ante una amenaza (incluyendo accesos no deseados por los carriles de salida) y presencia efectiva de elementos de la unidad de seguridad y/o del equipo cinológico³⁴.

En el área de control de acceso encontramos puestos de guardia y áreas de registro, importantes para verificar personal, material y vehículos. Dicha verificación no es algo para tomarse a la ligera, se han dado casos de explosivos escondidos en camiones que formaban parte de un convoy que se disponía a entrar en una FOB y que, una vez dentro, detonarían.



Imagen 49: Escáner para vehículos. Fuente: <http://centrodenoticiasnh.blogspot.com.es/2012>

El uso de escáneres para vehículos y de unidades ocinológicas como elemento de verificación ayudaría a evitar este tipo de atentados.

Área de respuesta: abarca desde el área anterior hasta la barrera de acceso a base. Su uso está orientado principalmente al personal de seguridad, este ha de poder reaccionar a tiempo en caso de necesitar bloquear el camino bajando dicha barrera o mediante obstáculos.

El área de seguridad engloba la zona comprendida entre las barreras activas y pasivas destinadas a proteger al personal ante una explosión en el ECP. En función de la amenaza prevista y de aquello que se ha de proteger, se dimensionará esta zona.

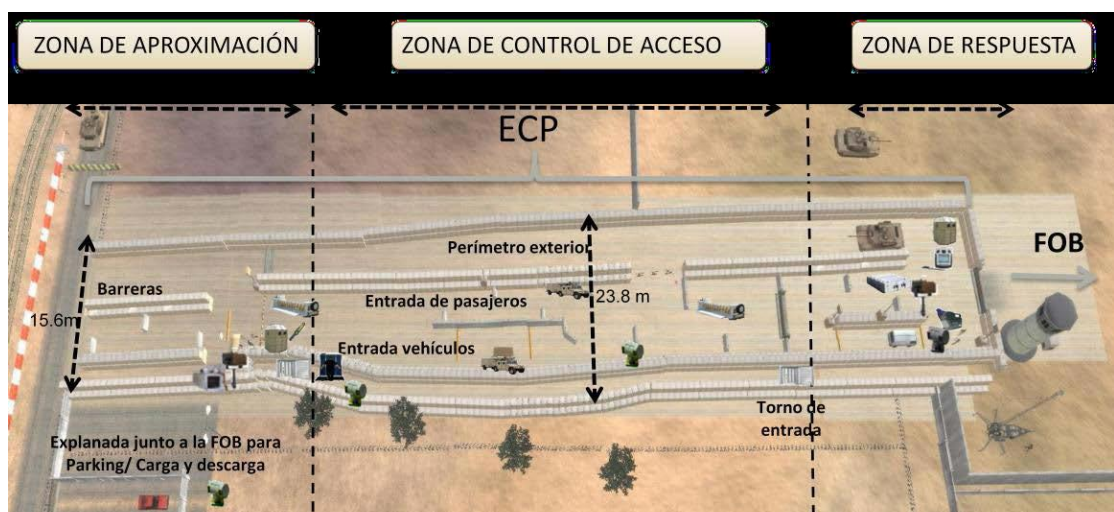


Imagen 50: Ejemplo de un ECP para una FOB de no pequeñas dimensiones. Fuente: Publicación doctrinal del ejército, bases en operaciones.

³⁴ Equipos dotados de perros entrenados para detectar explosivos y otras sustancias.

▪ Características de los ECP

La misión principal de un punto de control de acceso es proporcionar la necesaria seguridad para que la base desempeñe sus funciones. Entre las características que se han de poseer encontramos: seguridad física, dado que es el elemento más sensible del perímetro y foco de toda amenaza, seguridad en el trabajo, de cara al personal que se encuentra dentro de la base, y las dimensiones, optimizando el flujo de vehículos y tratando evitar retrasos o que puedan afectar a la seguridad.

▪ Criterios en su diseño

Los dos grados condicionantes que influirán de forma notable serán:

- Volumen de tráfico al que hacer frente
- Nivel de amenaza.

El nivel de amenaza, junto con las TTPs que la insurgencia use, serán determinantes para el diseño del ECP. Por ejemplo, un nivel alto de amenaza implicaría una insurgencia activa y en cuyas tácticas habituales incluyen el ataque a bases. Del mismo modo, el uso de VBIED por parte de los terroristas hace que se deba estar más alerta y dimensionar el ECP acorde a ello, estos artefactos se encuentran entre las amenazas más peligrosas.

La salida debe materializarse en todo punto de control de acceso y ha de ser única, no compartida para otros menesteres. Así mismo, debe estar protegida de modo que no quede obstruida en ningún momento. Dado que no puede haber vehículos que intenten entrar al ECP por la salida, y menos a alta velocidad, esta debe tener los elementos de fortificación necesarios para que ello no ocurra.

• Contención de vehículos

Concepto clave para evitar que tanto vehículos no autorizados como VBIED puedan entrar en la base o, simplemente, penetrar en el ECP. Esta contención será eficaz si se materializa desde el inicio del punto de control de acceso o zona de aproximación, hasta la barrera de entrada a la base.

Esta se puede conseguir con medios pasivos, aquellos que una vez emplazados no se requiere ninguna acción sobre ellos y son de utilidad para canalizar el tráfico (muretes de hormigón, muros con Hesco Bastion, guarda raíles,...), o medios activos, aquellos que para ser usados han de ser empleados (por ejemplo, bolardos automáticos que gracias a un mecanismo saldrían del suelo cuando se activan) o desplegados (barreras de pinchos o caballos de frisa).

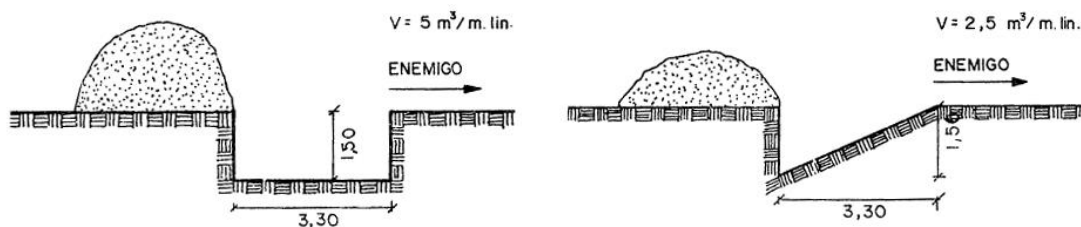


Imagen 51: Ejemplos de foso contra carro tipo. Fuente: OR5-409: organización del terreno.

Las barreras para contención de vehículos pueden ser naturales, artificiales o una combinación de estas:

- ❖ Las naturales pueden ser hileras densas de árboles, cunetas pronunciadas, fosos contra vehículos, espaldones,... o una combinación de los anteriores. En caso de usar las cunetas o espaldones sin combinación de fosos contra vehículo, aquellas han de tener la inclinación suficiente como para no poder ser superadas. En la imagen 51 tenemos un ejemplo de foso combinado con un talud.
- ❖ Las artificiales: muros de hormigón (bien usando piezas prefabricadas o muros con encofrados), de gaviones rellenables (usando Hesco Bastion), vallas metálicas prefabricadas o fabricadas con alambre de espino, caballos de frisa, alambrada,...

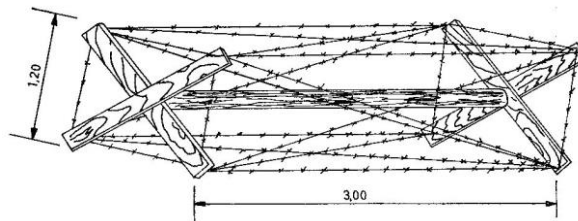


Imagen 52: Caballo de frisa fabricado con madera y alambre de espino. Fuente: OR5-409: organización del terreno.

Las barreras han de tener el perfil lo más bajo posible, con ánimo de no poder ser empleadas como cubiertas ³⁵ por agresores, ser continuas a lo largo del ECP, estar distribuidas de forma que un vehículo no pueda pasar entre zonas y dejar visión a los elementos de seguridad, entre otras consideraciones.

En la siguiente imagen presentada, la imagen 53 y última dentro de este anexo, se puede ver un resumen de los varios puntos expuestos en este anexo: desde el perímetro exterior con los elementos de fortificación que lo conforman hasta el obstáculo anti personal que corona este perímetro, pasando por la compartimentación interior.

Siguiendo un orden de exterior hacia el interior, se procede a describir el documento gráfico:

- Muro perimetral en base a Hesco Bastion, tres alturas en disposición 221³⁶ y gaviones tipo Mil 1, coronado con una valla de enrejado metálico. Dicha valla cumple con dos propósitos:
 - ❖ Disuasión de posibles asaltantes
 - ❖ Medio defensivo ante granadas de mano o elementos similares.
- Garita de seguridad confeccionada con sacos de arena y asentada en el propio muro perimetral; las escaleras de acceso se ha construido en base a Hesco Bastion y sacos terreros adicionales.
- Distintos perímetros interiores en base a muros de hormigón T-Wall, cumplen la función de compartimentación de las instalaciones interiores, además de estar presentes por puros propósitos defensivos ya que se harían cargo de detener las proyecciones que generaría un posible ataque con VBIED, por ejemplo. Destacar el detalle de las anillas metálicas situadas en la parte superior de estas piezas de hormigón, estas anillas son las que posibilitan que una grúa pueda sujetar la pieza de muro y colocarla en el lugar adecuado.

³⁵ Elemento que le sirva como defensa, para cubrirse, desde donde hacer fuego exponiendo el mínimo de su cuerpo.

³⁶ Tres alturas de Hesco en disposición de pirámide con dos celdas en la base, dos en el primer nivel y una en el tercero.



Imagen 53: Detalle del interior de una base en zona de operaciones. Fuente: Asignatura de táctica de ingenieros, 5º curso ACING

ANEXO E: ANALISIS DAFO ENTRE HESCO BASTION Y T-WALL [43][45][46][50]

El DAFO es una herramienta que permite el estudio de un proyecto analizando características internas, Debilidades y Fortalezas, y externas, Amenazas y Oportunidades.

En el presente trabajo se usará esta herramienta para analizar los elementos de fortificación denominados Hesco Bastion y T-Wall, vistos en el anexo C.

Tras la presentación de ambas matrices DAFO se pasará a ver un trabajo realizado por la empresa Hesco Bastion en el que se resuelve la incertidumbre acerca de que elemento defensivo es mejor en el sentido de mitigar los efectos de una explosión: los gaviones Hesco o los muros de hormigón T-Wall. Dicho trabajo es realmente interesante, el él se dan datos acerca de pruebas con VBIED sobre muros de Hesco Bastion y compara resultados con el comportamiento del hormigón.

El análisis de estos dos elementos, junto con el estudio de la empresa Hesco Bastion, nos llevarán a unas conclusiones las cuales serán enfrentadas con el fin de encontrar qué elemento de fortificación es el más adecuado para el caso que nos aborda, el ataque de un enemigo híbrido en su faceta como insurgente.

Para la realización del análisis DAFO se seguirá una matriz como la siguiente:

	Aspectos favorables	Aspectos Desfavorables
Análisis interno	FORTALEZAS	DEBILIDADES
Análisis externo	OPORTUNIDADES	AMENAZAS

Tabla 10: Modelo matriz para DAFO

En el proceso de análisis de cada elemento de fortificación se seguirá un orden que corresponderá a los siguientes puntos:

- Hesco Bastion:
 - Análisis interno: Fortalezas & debilidades.
 - Análisis externo: Oportunidades & amenazas.
 - Artículo de la *National Defence University* (Hungría). [46]
 - Matriz DAFO.
- T-wall:
 - Análisis interno: Fortalezas & debilidades.
 - Análisis externo: Oportunidades & amenazas.

- Matriz DAFO.
- Hesco Bastion versus T-Wall en resistencia ante detonaciones. [50]
- Conclusiones finales.

● Hesco Bastion

Como ya se ha visto en el **anexo C**, Hesco Bastion es el nombre de una empresa inglesa que comercializa estos gaviones capaces de ser llenados con distintos materiales, fabricados con una malla de geotextil que recubre la estructura principal, estructura que se asemeja a una jaula de malla metálica, es decir, un gavión.

- Análisis interno
 - Fortalezas



Imagen 54: Despliegue de celdas Hesco. Fuente: www.hesco.com

Los gaviones de Hesco Bastion se pueden encontrar en doce diferentes tamaños en función de las dimensiones del elemento (longitud, ancho y altura) y del número de celdas presentes en cada lote (por ejemplo, en la unidad tipo MIL 1, que identifica el tipo 1 dentro de la serie de los elementos comercializados para el mundo militar, podemos encontrar 9 celdas que nos dan unas dimensiones de 1.37 x 1.06 x 10 m.).

Como fortaleza se identifica la multitud de configuraciones que se pueden adquirir, pudiendo tener una

barrera defensiva de misma altura y anchura ante una amenaza determinada u optar por un muro alto y poco ancho como simple elemento de compartimentación. No importa que uso le queramos dar puesto que habrá un modelo adecuado para él.

Es fácil de extender (imagen 54) y unir, no requiere el uso de máquinas para estas operaciones. Se observa una fortaleza ya que con mano de obra se pueden manipular estas celdas sin necesidad de maquinaria pesada, aunque esta siempre sea de ayuda.

Se puede rellenar con multitud de materiales, desde arena, grava, zahorra, áridos de diversa granulometría; hasta cerámica, la propia empresa Hesco Bastion comercializa esferas de cerámica para rellenar las celdas; pasando por cemento o elementos rocosos. Vemos una clara fortaleza en este punto ya que, en función del material del que se pueda disponer en mayor medida, como podría ser la arena en un entorno desértico, o del grado de peligro o el tipo de amenaza existente, como podría ser una granada autopropulsada y el uso de cerámica la cual absorbe mejor las fuerzas que genera la detonación; inclusive se podría dejar el gavión vacío como medida disuasoria, su instalación es muy rápida y el efecto que genera en una fuerza hostil notable.

Una de sus mayores fortalezas es la adaptabilidad a los diferentes terrenos en los que ha de desplegarse y, a su vez, a los distintos tipos de misiones que tiene que cumplir. Es obvio que, dado su carácter defensivo, no es rara la ocasión en la que este elemento se ve puesto a prueba y ha de soportar el impacto de una granada o de disparos

efectuados sobre estos gaviones y extraña es la ocasión en la que este material no cumple con su propósito defensivo. La adaptabilidad al terreno viene fijada por el material de relleno, pudiendo emplear todo el que sea medianamente bueno y que podamos encontrar en las proximidades; el grado de adaptabilidad del material con que rellenar las celdas es muy alto.

No se puede dejar de hablar de la mayor fortaleza, el hecho de que estos gaviones rellenos sean capaces de soportar todo tipo de amenazas, desde impactos de fusilería de diverso calibre, hasta bombas de aviación (pudiendo proteger la parte superior de edificios, instalaciones y refugios) pasando por VBIED. Estas celdas no solo serían capaces de evitar que una bala llegase hasta las tropas que se encuentren al otro lado, sino que pueden llegar a absorber la onda expansiva que genera la detonación de un IED instalado en las proximidades o el impacto de un proyectil de artillería de 155 milímetros. Las pruebas realizadas, tanto por la propia empresa fabricante como por los países que hacen las veces de clientes de dicha empresa, garantizan el buen funcionamiento de este material sin importar a que se deba enfrentar.

Otra fortaleza radica en la posibilidad de reparación ante un daño severo, pudiendo decidir entre dos métodos (imagen 56): reforzar la zona dañada añadiendo más células o, por el contrario, desenganchar el elemento dañado y sustituirlo por uno nuevo. En caso de una simple roura del mallazo metálico basta con añadir un nuevo trozo de malla metálica sobre la superficie dañada.

Por último, fortaleza gracias a la posibilidad de recuperar el material empeñado una vez finalizada la misión o ante el tener que desmantelar una base.

Método 1: Reforzar la zona dañada añadiendo más elementos que aporten seguridad. ¶

Método 2: Sustituir el elemento dañado añadiendo uno en buen estado. ¶

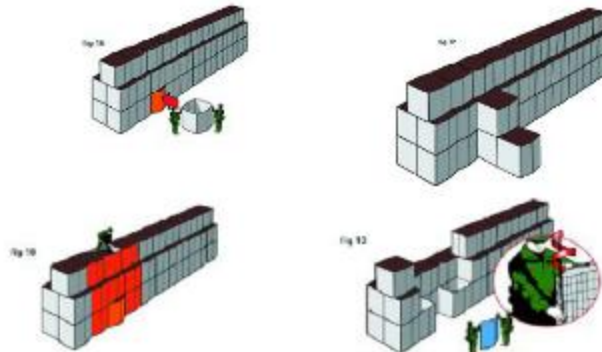


Imagen 55: Métodos de reparación. Fuente: Construction guide v2, Hesco Bastion.

▪ Debilidades

Determinadas amenazas necesitan de una estructura de gran tamaño debido al daño que puede llegar a provocar. Con el fin de paliar los efectos de la onda expansiva y garantizar la seguridad de aquello que se está protegiendo, es necesario usar varios pisos de gaviones. La debilidad que esto muestra es la necesidad de apilar los gaviones en forma piramidal para garantizar la seguridad estructural. Esta necesidad implica un aumento en el gasto de material y un uso de espacio mayor.

Ante la necesidad de defenderse contra ataques de personal y no únicamente de fusilería, granadas o artefactos explosivos, las fuerzas que despliegan los muros perimetrales en base a Hesco Bastion se ven obligadas a instalar rollos de alambrada rápida en la parte superior de dichos gaviones. Por tanto, se observa una debilidad en el

sentido de que la instalación de muros en base a gaviones implica tener que instalar medidas anti personal.

Como hemos visto, su tamaño y peso hacen de este material que sea adecuado para ser transportado y manipulado manualmente. Pese a ello, el peso hace que quien desempeñe la tarea de mover estas celdas, de transportarlas, no rinda igual que una máquina. A su vez, el hecho de estar fabricado con una malla metálica hace necesario el uso de guantes y botas de protección. Se encuentra una debilidad en la conveniente necesidad de maquinaria para el transporte de las celdas, no así en su manipulación ya que este ha de ser manual, y en el uso de medios de protección personal.

El material con el que estamos tratando es fiable y duradero siempre que reciba un trato adecuado, es decir, que en su uso bien sea para el establecimiento definitivo o en instrucción se tenga el mayor de los cuidados y sea manejado por zapadores instruidos. Un uso inadecuado puede conllevar la rotura, es habitual que las soldaduras que ensamblan la malla metálica rompan si esta recibe el esfuerzo de una carga en la parte superior, es decir, si, por ejemplo, quien lo manipule ha de entrar en la celda y para ello se apoya en el mallazo. Por tanto, hay una debilidad en la necesidad de instrucción, de practicar con el material para que a la hora de usarlo se haga de forma eficaz y eficiente, sin que este sufra daños.

Como todo material, maquinaria o equipo, los gaviones instalados requieren de un mantenimiento preventivo siempre que sea posible y correctivo si es lo necesario. El mantenimiento preventivo se realizaría en base a inspecciones visuales comprobando que no hay zonas del terreno hundidas, que en puntos donde hay más de un nivel las partes inferiores no han vencido o comprobando que las multitud de uniones entre células siguen en su correcta posición. El mantenimiento correctivo no es otro que reparar las partes dañadas, bien por el normal uso o por un ataque sufrido. Se usarían las técnicas de reparación vistas en la imagen 55. Podemos hablar de una debilidad para con el mantenimiento necesario en los módulos instalados.

Se observa, por último, una debilidad en la necesidad de explanar el terreno donde se vayan a ubicar estos gaviones. Si se tuviesen asientos irregulares no se podría construir en altura y, dado que toda celda está unida a las inmediatas, podría fallar alguna unión originándose así una brecha en el perímetro.

○ Análisis externo

▪ Oportunidades

Una vez instalado, los gaviones pueden ser usados durante un prolongado período de tiempo. Oportunidad en el aprovechamiento de material, la amortización de su coste y su fiabilidad una vez instalado.

La empresa fabricante, Hesco Bastion, posee una vasta experiencia con el material que suministra a ejércitos por todo el

Muy bueno	Bueno	Malo	Muy malo
Arena y grava graduada, de correcta granulometría	Arena	Sólidos de líquidos	Rocas grandes
Cemento	Suelos de origen natural	Arcilla	Grandes bloques de tierra
		Materiales orgánicos	

Tabla 11: Breve reseña en torno a los posibles materiales de relleno. Fuente: Autoría propia a partir de Hesco construction guide v2.

globo. Esta experiencia ha permitido poder realizar multitud de ensayos y pruebas en el material que vende, hablamos en este punto de pruebas orientadas al mundo de la milicia, pruebas balísticas y de resistencia a ondas de choque y similares efectos producidos por detonaciones. Dichas pruebas, mentadas someramente en el anexo C, han permitido que Hesco Bastion proporcione una serie de tablas en las que, con diversos parámetros de entrada como el tipo de amenaza a la que hacer frente (cartuchos de 5.56 mm, 7.62 mm, granadas autopropulsadas, vehículos, IED's,...) o el material con que se puede rellenar (tabla 11), se obtiene como dato de salida el tipo de estructura necesario (imagen 56), número de celdas con el nivel de altura necesario y el material a emplear para poder resguardarse satisfactoriamente de la amenaza que se plantea. Se puede ver una clara oportunidad al disponer de información fiable proporcionada por la empresa suministradora, y poder basarnos en dicha información para una mejor elección de la configuración de celdas de “Hesco” a adoptar.

Como se acaba de ver, la multitud de materiales que pueden usarse para rellenar los gaviones es notoria. Esta variedad se puede entender como una clara oportunidad que nos permite hacer uso de cualquier material del que se pueda disponer en la zona de uso de las células.

Threat	Very Good Fill/Good Fill	Poor Fill	Threat	Very Good Fill/Good Fill	Poor Fill
Small arms Single shot			Mortars (up to 120mm) For mortars larger than 120mm use Artillery table		
Burst			Artillery Up to 155mm in contact		
Cannon HE Volley			Air delivered bombs Designs will give a high level of protection against bombs of up to 2000lbs		
AP Volley				Configuration not applicable for EPW 1 and Mil 1.9 Load Bearing unit	
RPG7			VBIED*		
Grenade			*Vehicle borne Improvised Explosive Devices		
				Configuration not applicable for EPW 1 and Mil 1.9 Load Bearing unit	

Imagen 56: Disposiciones se habrían de adoptar, usando gavión tipo Mil 1 en función de la amenaza a la que se ha de hacer frente y la calidad del material de relleno. Fuente: Hesco construction guide v2.

■ Amenazas

La principal amenaza a la que se ha de hacer frente una vez instalado los gaviones no es otra que la climatología. De entre los efectos climatológicos que pueden afectar de manera notoria se ha de destacar la lluvia y los problemas que esta puede llegar a causar. Las celdas están rellenas de material, el cual suele ser tipo árido y, por tanto, material al que le afecta sobremanera los efectos del agua. Si dicho material no se encuentra apelmazado de modo correcto es seguro que con la lluvia la tierra se asentará

produciendo movimientos en el material en el interior de las celdas y, con ello, asientos diferenciales. Dicho asentamiento puede provocar que posibles gaviones que estén en niveles superiores no tengan base de sustento y por ello el muro en cuestión se vuelva inestable. Se ha de tener en cuenta también el posible movimiento de tierra donde se ha de asentar el elemento defensivo, ya que ante una lluvia de moderada intensidad este terreno puede moverse, variar o sufrir un curso de agua. Vemos por tanto una amenaza por parte de la climatología ya que, tanto el terreno sobre el que se asientan los gaviones como el propio material que rellena las células, el agua apelmaza la tierra produciendo movimientos de la misma; se ha de preparar el terreno donde van a apoyar los gaviones y apelmazar el material al rellenar las celdas.

Como se ha dicho, la variedad de material con que rellenar los “Hesco Bastion” es algo que no pasa desapercibido. En contrapunto a ello, si se quiere disponer de unas mínimas condiciones de seguridad no se puede usar cualquier material si no que se ha de disponer del relleno adecuado. Por ejemplo, el cemento tiene mejores características ante posibles vehículos que se tengan que parar que la arena, lo que supone un problema en un entorno desértico. Es por ello que se observa una amenaza en la posible necesidad de material específico para usar como relleno y los problemas logísticos que esto acarrearía.

Ya se ha comentado en este punto y por su importancia se recalca los problemas que supone, hablamos del terreno en el que se han de asentar los gaviones. Si el terreno no está lo suficientemente apelmazado o la pendiente que plantea es importante, dicho terreno necesita de un acondicionamiento previo. Se observa una amenaza en el terreno donde asentar los elementos defensivos y los posibles trabajos que su uso implica, siendo necesario el empleo de máquinas de movimiento de tierras en numerosas ocasiones.

○ **Artículo de la *National Defence University* (Hungría) [46]**

El artículo que aquí se resume trata de mostrar las posibilidades que ofrece este tipo de gaviones así como todos los usos que se pueden llegar a dar. En este punto se presentan una serie de conclusiones extraídas de su lectura.

Los gaviones Hesco son el elemento de fortificación más usado en lo que concierne a protección de unidades. El motivo es su facilidad de construcción, fácil transporte e instalación, no necesita de grandes máquinas para su manipulamiento y se puede usar durante grandes lapsos de tiempo. No solo eso sino que posee popularidad entre sus clientes por formar estructuras sencillas, ser versátil y proporcionar defensa testada contra una gran variedad de amenazas.

Su versatilidad destaca sobre el resto de las cualidades: se puede usar componiendo diversas configuraciones que responden a las distintas amenazas para las que está preparado, dicha versatilidad aporta un beneficio económico para quien haya de comprarlo, protege tanto a personal como materiales o instalaciones, se conoce su uso en el mundo militar pero empresas civiles hacen uso de él para situaciones de emergencia como sequías.

Finalmente, indicar que su fiabilidad es una calidad segura y prueba de ello son los usuarios (La armada americana, su ejército de tierra, multitud de países de la OTAN,...)

así como los lugares en los que se ha empleado (Afganistán, Líbano, Mali, Kosovo, Bosnia, Sri Lanka, Jordania,...)

○ **Matriz DAFO**

	Aspectos favorables	Aspectos Desfavorables
Análisis interno	<p>FORTALEZAS</p> <ul style="list-style-type: none"> - Se pueden reparar si resultan dañados o sustituir si el daño es mayor. - Adaptabilidad al terreno en términos de material con que rellenar (se puede usar tanto arena como nieve, entre muchos otros). - Rapidez de montaje e instalación, no así de rellenado. - Posibilidad de cumplir misiones de decepción: instalación rápida sin ser llenado. - Las celdas no son pesadas, con personal se pueden manipular e instalar. - La empresa ofrece multitud de tamaños y dimensiones, se puede hacer frente a todo tipo de necesidades. - Capaces de resistir todo tipo de ataques, desde impactos de fusilería hasta bombas de aviación o VBIED. - Se pueden retirar/recuperar si hiciera falta desmantelarlos. 	<p>DEBILIDADES</p> <ul style="list-style-type: none"> - Necesidad de explanar el terreno donde se asentaran. Se necesita mantenimiento. - Los zapadores que lo manejan requieren instrucción previa. - Necesidad de maquinaria para el transporte de los gaviones. - Se deben instalar medidas anti personal (valla) en todo muro perimetral de Hesco. - Para construcciones en altura se ha de seguir una forma piramidal: alto gasto de material.
Análisis externo	<p>OPORTUNIDADES</p> <ul style="list-style-type: none"> - Poder usar todo tipo de material para el relleno. - Se dispone de una vasta experiencia en la empresa: Disposiciones a adoptar en función de la amenaza. - Caro en su compra, muy buena amortización: duradero, fiable,... 	<p>AMENAZAS</p> <ul style="list-style-type: none"> - Climatología (lluvia y nieve) - Necesidad de material de relleno específico: problemas logísticos - Necesidad de trabajos previos en el terreno donde se situará.

Tabla 13: Matriz DAFO para Hesco Bastion.

• T-Wall

Visto y explicado en el **anexo C**, se recuerda que se trata de elementos de muros de hormigón colocados con propósitos defensivos o de compartimentación.

○ Análisis interno

▪ Fortalezas

Fortaleza en su uso como elemento para compartimentar, es decir, aquello que es empleado para poder separar y diferenciar los diferentes espacios (zona de mando, centro de transmisiones, zona de vida,..) dentro de una base o zona con posibilidad de ser atacada.

Siendo lo anterior un aspecto destacable, no es el único uso; pudiendo ser empleado en canalización de vehículos, como obstáculo en CKP's o ECP's o, simplemente, como muro para separar dos zonas, podemos citar un ejemplo histórico en el muro de Berlín realizado con elementos de hormigón en varios tramos o, sin ir más lejos en la historia, el muro de la Franja de Gaza. Por tanto, fortaleza en la versatilidad del material, destacando usos como el de canalizar vehículos.

Es un material, el hormigón armado, que posee la fortaleza de resistir muy bien todo tipo de amenazas a las que deba hacer frente: prácticamente ningún tipo de munición al uso es capaz de penetrar en el o dañarlo de forma notable, los impactos de fusilería se detienen sin mayor percance y las granadas se paran con algún daño sin importancia, véanse los efectos que produjo una cohete de 120 mm disparado al aeropuerto internacional de Basra en Iraq. [51] Además, fortaleza por la capacidad para absorber la onda expansiva que generaría una explosión, gracias a su geometría y consistencia.



Imagen 57: Efecto de un cohete de 120 mm en elementos de muro T-Wall. Fuente: Force protection in Basra, Royal Engineers

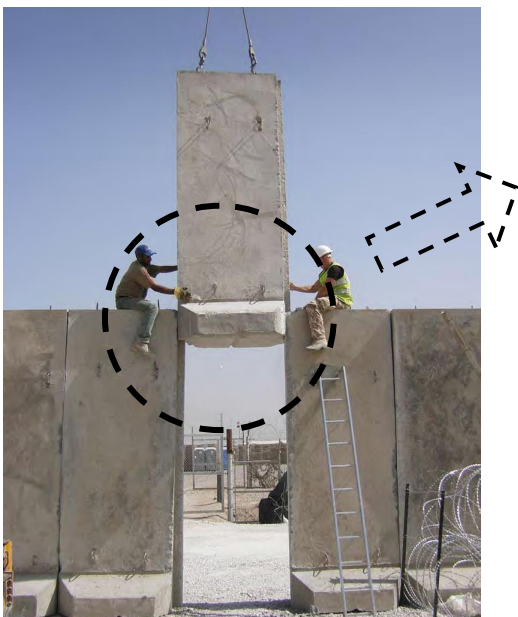


Imagen 58: Último elemento instalado en un muro en base a T-Wall y detalle de las uniones macho – hembra que estas piezas poseen. Fuente: Force protection in Basra, Royal Engineers

Otra fortaleza se encuentra en los pocos hombres que se precisan para poder manipular e instalar estas piezas de hormigón, así como la poca o prácticamente nula necesidad de instrucción que dichos soldados habrían de llevar a cabo previo uso del material.

Dado que las piezas se encuentren unidas entre sí con enlaces tipo macho – hembra, se facilita (no asegura) que el muro construido tienda a mantenerse en pie ante un impacto por un vehículo o similar que pretenda derribarlo. En la imagen 58 se pueden observar dos soldados británicos colaborando junto a una grúa en la colocación de una pieza de muro de hormigón. Se puede apreciar el resalte a la derecha de la pieza, tanto de la que se está instalando como de la ya puesta sobre el terreno. La imagen en cuestión corresponde a una foto tomada de la última pieza puesta en un muro de doce kilómetros en torno a una base situada en el aeropuerto internacional de Basra, Iraq. Haciendo breve lo previo, fortaleza en la fiabilidad que ofrece el muro a no poder ser derribado gracias a sus uniones machihembradas.

▪ Debilidades

Una fuerte debilidad que presenta este material es el hecho de estar fabricado en hormigón armado y que pueda tener que hacer frente a una amenaza explosiva y/o fuerte impacto. El porqué de esta debilidad radica en el efecto spalling y las consecuencias de este sobre el hormigón.

La cara del muro que resulte afectada por una detonación, como en la imagen 57, puede no resultar del todo dañada aunque si visiblemente afectada. El mayor problema se encuentra en la cara contraria, la que da frente a la zona protegida. En esta cara veremos que se han causado desprendimientos por el citado efecto (imagen 59) siendo estos desprendimientos de material muy perjudiciales para quien se encuentre en las proximidades ya que salen proyectados a una alta velocidad actuando como se de metralla se tratasen.



*Imagen 59: Consecuencias del efecto spalling sobre hormigón.
Fuente: www.fhwa.dot.gov*

Otra debilidad se encuentra en el peso de las piezas de muro, su elevado peso, llegando a ser de hasta 11 toneladas en el modelo Texas, obliga a que deban de ser manipulados con maquinaria pesada. Ello no reduce la falta de personal, este será necesario para orientar las piezas.

Debilidad por lo difícil que resulta recuperar el material en caso de que haga falta. Muchos despliegues, una vez que han de desmantelar bases, optan por dejar los T-Wall en el lugar que esté ya que no sale rentable repatriarlos.

Se han dado ataques en zona de operaciones en los que estos elementos de hormigón se han visto enfrentados a un vehículo que impactaba contra ellos tratando de hacerlos volcar, con resultado satisfactorio para el atacante. Por ello, debilidad ante la posibilidad de vuelco por un fuerte impacto, o si sus uniones machihembradas no están correctamente engarzadas³⁷.

³⁷ Más adelante se muestra un ejemplo de un ataque insurgente en el que se logra hacer volcar varios.

Finalmente, remarcar que una vez dañadas estas piezas, la reparación de las mismas resulta imposible ya que añadir más hormigón al trozo dónde este faltase no es una solución, la pieza no se comportaría igual a su estado recién instalada. El único modo de reparación es el caso extremo, la sustitución de la pieza. Por ello, se detecta una debilidad en la ausencia de posibilidad de reparación.

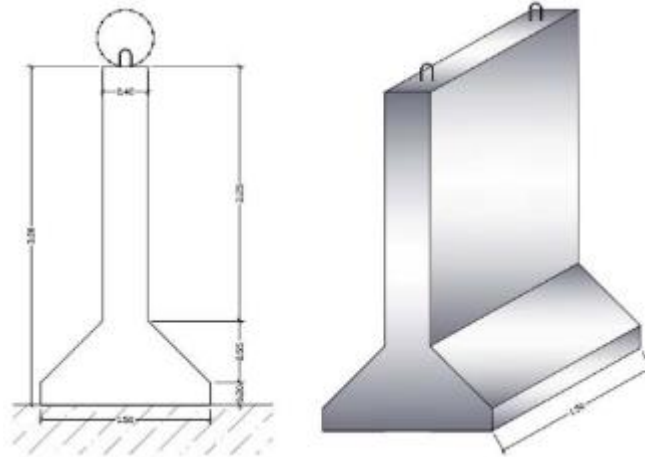


Imagen 60: Dimensiones y medidas de un elemento de muro de hormigón tipo. Fuente: NOP 0301_11 _Control de accesos para COP/FOB. MANDO DE INGENIEROS.

○ Análisis externo

▪ Oportunidades

Planteando un análisis *make or buy* [52] podemos proyectar el comprar e instalar estos muros en forma de T invertida o, por el contrario, construirlo nosotros mismos. Un artículo de la prensa americana [53] afirma que el coste de estos muros sería de entre \$800 y \$5000 por pieza teniendo en cuenta su fabricación e instalación. Se supone fabricación por parte de empresas situadas en la zona de despliegue. En cambio, si decidiéramos fabricarlas por nuestros propios medios, y asumiendo la compra y transporte del cemento desde territorio nacional (de mejor calidad que el que encontramos en zona de operaciones) el coste del muro sería:

Volumen de hormigón necesario (modelo Texas): 11 toneladas de peso y densidad del hormigón armado de 2350 kg/m^3 [54] nos da un volumen necesario de³⁸:

$$11000 \text{ kg} / 2350 \text{ kg/m}^3 = 4,68 \text{ m}^3 \text{ de hormigón por cada elemento Texas.}$$

Sabiendo que las cantidades mínimas de cemento recomendadas por metro cúbico de hormigón armado son de entre 250 y 350 kg, así como la máxima cantidad recomendada de 400 kg [55], necesitaremos los siguientes kg de cemento:

$$4,68 \text{ m}^3 \text{ hormigón} * 400 \text{ kg cemento} / 4,68 \text{ m}^3 = 1872 \text{ kg de cemento.}$$

Tomando el precio medio del cemento en España como 2,77 euros por bolsa de 25 kg³⁹ tenemos un precio de cemento por unidad de Texas de:

$$1872 \text{ kg de cemento} / 25 \text{ kg por bolsa} * 2,77 \text{ euros/ bolsa} = 208 \text{ euros.}$$

³⁸ Peso de la imagen número 34 del **anexo C**

³⁹ Consultadas páginas web de tiendas de venta al por menor a fecha 13 de diciembre de 2015 (Leroy Merlin, Brico Depot y www.lacasadelaconstruccion.es)

Con este análisis se ve que el coste en cemento no es tan alto como cabría de esperar pero se rechaza la opción de fabricar nosotros mismo estos muros por la necesidad de realizar el encofrado y fraguado tan especializado como es el que requieren estas piezas, así como la dificultad para con la ferralla⁴⁰ interna que habría que conseguir. Si invirtiéramos lo suficiente como para poder fabricar estos elementos de muro, acabaría por no salirnos rentable su instalación. Como viene siendo habitual en muchos aspectos dentro de las fuerzas armadas, lo mejor será externalizar la compra y hacer uso de aquellos que nos puedan suministrar en zona de operaciones, bien material americano o fabricantes locales que cumplan las especificaciones que requiramos. Oportunidad, por tanto, en lo beneficioso que resulta comprarlo fabricado que tener que realizar esta tarea nosotros mismos (problemas logísticos, de personal, material,...)

Ha demostrado su eficiencia gracias al uso por otros ejércitos, la oportunidad aprovechable en este punto es la fiabilidad que demuestra este material ya que el empleo generalizado por fuerzas desplegadas de multitud de naciones demuestra el buen desempeño en el cumplimiento de sus funciones. Por ello, Oportunidad ya que su buen hacer en el cumplimiento de sus funciones está asegurado.

▪ Amenazas

Su adquisición no es barata (su fabricación es más costosa) por lo que una amenaza radica en lo caro que supone hacerse con este material.

Dadas sus dimensiones y peso, el transporte de estos elementos de fortificación no es fácil, teniendo que contratar en ocasiones empresas en zona de operaciones que colaboren en esta tarea. Amenaza para con las funciones logísticas que requiere.

La instalación es lenta y requiere trabajo, cada elemento ha de ir en su sitio y alineado con el resto que se encuentre en el muro; de no ser así, habría problemas para cerrar el perímetro o para poder encajar dos elementos consecutivos. Amenaza para con la instalación, su lento despliegue puede ocasionar una amenaza para la seguridad.

No existe mucha información respecto al uso de este tipo de elemento de fortificación, dado que no hay una empresa que sea conocida a nivel global que se dedique a su explotación y venta, no hay información veraz y certificada. Amenaza por la ausencia de datos en torno a estos elementos de hormigón armado.

⁴⁰ En el homigón armado, los elementos metálicos que se encuentran en su interior.

○ **Matriz DAFO**

	Aspectos favorables	Aspectos Desfavorables
Análisis interno	FORTALEZAS <ul style="list-style-type: none"> - Uniones macho-hembra garantizan su estabilidad. - Útil como compartimentador - Versatil, destaca su capacidad para canalizar vehículos - No requiere de mucho personal para su instalación. - No necesita de personal con cualificación extraordinaria. - Resiste la maor parte de impactos a los que se pueda ver sometido. - Buen disipador de onda expansiva ante detonaciones 	DEBILIDADES <ul style="list-style-type: none"> - Reparación prácticamente imposible. - Recuperación de material no viable. - Proyecciones que genera ante efecto de un ataque. - Posibilidad de volcar ante un fuerte impacto.
Análisis externo	OPORTUNIDADES <ul style="list-style-type: none"> - Beneficio que supone su compra respecto la fabricación propia. - Fiable y seguro - 	AMENAZAS <ul style="list-style-type: none"> - Coste monetario. - Problemas logísticos: transporte. - Instalación lenta. - Ausencia de información o datos técnicos.

Tabla 14: Matriz DAFO para T-wall Fuente: Autoría propia.

• **Hesco Bastion versus T-Wall en resistencia ante detonaciones.**
[50]

Lo contenido de este apartado proviene de un estudio realizado por la casa Hesco. Este estudio surge como respuesta una pregunta que el equipo de desarrollo tecnológico de Hesco Bastion solía recibir con asiduidad: Una comparativa entre los gaviones Hesco y el hormigón típicamente usado en los muros T-wall en lo que concierne a capacidad para mitigar el efecto de una detonación.

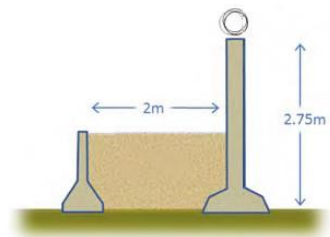


Imagen 61: Uso combinado de muro de hormigón y material de relleno. Fuente: Force protection in Basra, Royal Engineers

Concretamente, el estudio que ha llevado la empresa británica a cabo se centra en porqué se ha de usar Hesco Bastion en lugar de muros compuestos de dos paredes de hormigón, o dos paredes en albañilería, con la cavidad que quede entre medias rellena de arena o material similar. Como se observa en la imagen 61, un uso adicional que se contempla con los muros de hormigón es el combinarlos con material de relleno, asemejando sus funciones a las de un gavión.

El presente estudio asume una serie de cuestiones:

- Los elementos de muro son de 3 metros de alto y 1 metro de ancho
- La principal amenaza será un VBIED (bomba de TNT de 250 kg si es un coche y 10 toneladas en caso de furgoneta)

- La protección a la explosión viene dada por los muros
- La anchura que ocupe el material de relleno es comparable a los gaviones de Hesco.

Pese a que los materiales usados en los muros de hormigón tienen cierta influencia en la absorción del efecto de la detonación, lo que de verdad influye es la geometría de dichos muros. El poco grosor de los elementos de muro es propicio para que la onda generada pueda sobrepasarlos hasta el punto de que, a cierta distancia tras el muro, la onda se habrá reformado como si el muro no hubiera estado ahí en un principio. Sin embargo, no puede obviarse el hecho de que la onda habrá reducido su intensidad por efecto de la distancia recorrida. La distancia a la que la onda se reforma dependerá de la intensidad de la explosión, la separación entre la detonación y el muro y el tamaño del muro en sí.

El uso principal por el que se instalan muros defensivos no es otro que crear un *Stand off*⁴¹, aquello que al fin y al cabo da protección. La segunda razón que justifica la instalación del muro es que este detenga potenciales fragmentos que salgan despedidos del artefacto. Es este motivo el que hace a los muros de hormigón no ser aptos para este propósito ya que, cuando un elemento de este material se ve sometido a la onda expansiva que genera una detonación, en prácticamente todas las ocasiones se romperá convirtiéndose en una amenaza el mismo (los trozos de hormigón y ferralla saldrán despedidos cual fragmentos del artefacto original).

Estas dos razones que justifican la construcción de un muro defensivo hacen de los gaviones de Hesco Bastion la opción ideal, descartando por obvios motivos el T-Wall.

Sintetizando lo previo:

- Dado que los gaviones de Hesco vienen a ser un “trozo” de suelo compactado situado en vertical, su capacidad para detener fragmentos y los efectos de la detonación es patente. Además, Hesco Bastion ha demostrado ampliamente su capacidad para detener proyecciones.
- Las celdas de Hesco Bastion suelen sufrir ataques y tienden a permanecer intactas ante estos, salvo por aquellos de grandes dimensiones. Está claro que estos gaviones no generan fragmentos; incluso ante grandes cargas ⁴² las proyecciones generadas se consideran insignificantes.

Hablando del diseño de los gaviones de Hesco Bastion, ya se ha visto en este trabajo que la empresa proporciona diseños adecuados al tipo de amenaza a la que se hace frente (en este anexo, imagen 56). Además, se garantiza que el muro construido es ello, un muro continuo gracias a soldaduras de acero galvanizado, lo cual ha sido probado y garantiza una fuerza suficiente en las uniones. Estos gaviones, llenados de un buen material (arena compactada), no generan proyecciones; ni por parte del material de relleno ni de las propias celdas.

⁴¹ Término que hace referencia a la distancia de seguridad que se mantiene ante una amenaza. Extrapolando a explosivos, el término *Stand off distance* hace referencia a la distancia de seguridad para protegerse de la onda expansiva interponiendo obstáculos al avance de esta.

⁴² En el mismo estudio del que se extrae esta información habla de pruebas con 20.000 libras de explosivo militar (cerca de 9.000 kilogramos) que, obviamente, lograron crear daños significativos en un muro de *Hesco Bastion concertainer* sin crear proyecciones de importancia.

Hesco Bastion, como empresa, habla de un término que denomina *Fail safely* o fallo con seguridad. Con ello hace mención al hecho de que cuando su material falla, lo que será inevitable ante grandes detonaciones, no contribuirá a generar daños secundarios de importancia.

Las lecciones aprendidas generadas en zona de operaciones traen consigo informes de ataques en los que se han usado dos VBIED's, uno inicial que se encargara de abrir brecha en el muro o defensa perimetral y un segundo vehículo con la misión de perpetrar el ataque principal dentro del área protegida. En el estudio que en este apartado se resume se habla de pruebas realizadas por la empresa en cuestión en las que se usaron los siguientes artefactos:

- Vehículo de 7500 kilogramos a 68 km/h detenido en menos de 3 metros usando 8 celdas simples.
- Vehículo de 6800 kilogramos a 80 km/h prácticamente detenido por una sección de 10 metros de largo de Mil 1.



Imagen 62
Vehículo Vs. Hesco Bastion. Fuente: www.hesco.com

En estas pruebas no se tuvieron en cuenta los efectos de explosivos pero, dado que un muro que prevé un ataque con VBIED ha de tener configuración 321⁴³ si usa celdas tipo Mil 1, el vehículo quedaría detenido sin ningún problema en absoluto y los efectos de la explosión se intuye no serán significativos.

Dando un toque de realidad a este estudio, se han extraído unos fotogramas de un video publicado en internet [56] (imágenes 63 y 64); uno de los muchos que publica el DAESH con afán propagandístico. En él se puede observar un doble perímetro en base a T-Wall y cómo dos VBIED's atacan la posición; el primero tumba varios elementos de muro, tanto del primer perímetro como del segundo, para que a continuación el segundo pueda acceder el edificio del fondo y detonar.

SVBIED

Segundo perímetro



Imagen 63: fotogramas que corresponden al primer vehículo, un tractor modificado al que se le ha añadido blindaje. Fuente: <https://www.youtube.com/watch?v=b07vglx3Fc>

Primer perímetro

⁴³ Explicado en el **anexo C**, este número se refiere a 3 filas en el nivel inferior, 2 en el medio y 1 en el superior.

En las imágenes previas se puede observar como el primer SVBIED se abre hueco en el primer y segundo perímetro (de modelo Texas de 1 metro de anchura y Yersey respectivamente), tumbando los elementos de T-wall del primero (lo que hace pensar que no estarían correctamente unidos con sus correspondientes macho-hembra) y apartando los del segundo; para, finalmente, explotar en el edificio objetivo.

SVBIED



Imagen 64: fotogramas en los que se ven al segundo vehículo: Un camión. Fuente: <https://www.youtube.com/watch?v=b07vg1xA3Fc>

En estos fotogramas se ve el segundo SVBIED superando ambos perímetros gracias al hueco abierto por el primer vehículo, pudiendo alcanzar de este modo el edificio semiderruido del fondo para hacer explotar el artefacto.

Continuando con el estudio, se indica que los muros de hormigón pueden tener ciertas diferencias respecto a uno de Hesco Bastion: La masa del muro de hormigón no será tan grande ni ocupará tanto volumen como si se usara Hesco, los tramos de hormigón no están fuertemente unidos entre sí,... Pero, teniendo en cuenta su geometría, el efecto como elemento defensivo ante una detonación no es muy disparate. Sin embargo, ante condiciones ideales (asumiendo que el muro no parte ni vuelca), el efecto de un VBIED de considerables dimensiones provocará que estos elementos de muro se conviertan en proyectiles con velocidades entre 10 y 100 metros por segundo⁴⁴.

La realidad demuestra que en la mayoría de las situaciones las unidades T-Wall de hormigón tenderán a volcar o partirse en lugar de generar proyecciones, ambas situaciones a su vez no convenientes por el riesgo que entrañan.

Se plantea también la construcción de muros con albañilería, dos muros paralelos con el espacio entre sí relleno con arena o similar. Las conclusiones es que, teniendo en cuenta la seguridad, las proyecciones que ese tipo de defensa pudiera llegar a generar serían aún mayores que las del hormigón; se clasificarían dentro del fail dangerously o fallo peligroso.

Si se tienen en cuenta las dificultades en la construcción, este tipo de obra queda descartada por completo: necesidad de materiales (cemento, ladrillos, arena, grava, material de carpintería y albañilería,...), necesidad de tiempo para que fragüe el cemento, andamios y similar para construcción en altura,... En definitiva, no es una opción real que se pueda usar en caso de tener que crear un perímetro defensivo.

⁴⁴ El texto explica que asume estas velocidades basándose en las condiciones ideales de que el muro no se rompiera o volcase y, además, teniendo en cuenta las asunciones tomadas al principio del apartado.

Finalmente, el estudio aporta una serie de **conclusiones y recomendaciones**:

- El método más efectivo para poder defenderse del efecto de una detonación es el uso de *stand-off*, los muros son una buena opción para conseguirlo.
- Pese a que los muros en base a Hesco Bastion puedan fallar ante ataques terroristas de grandes dimensiones, lo harán de forma relativamente segura (*fail safely*). Además, son más fáciles de construir e instalar.
- Los muros de hormigón o albañilería por si solos demuestran ser prácticamente igual de efectivos que Hesco Bastion ante la onda expansiva, pero no cumplen el mismo papel en lo que detener a la amenaza se refiere, como en el caso real explicado anteriormente; sin olvidar de que tienen a producir proyectiles secundarios por efecto de la explosión (proyecciones).

Visto lo expuesto, la mejor opción, y aquella que se viene usando en bases asiduamente, consiste en un primer muro en base a Hesco, capaz de detener el vehículo y absorber los efectos de la detonación, con un segundo muro complementario construido con T-Wall, encargado de no permitir que los debilitados efectos de la detonación afecten al interior de la base, así como de parar cualquier posible proyección.

• Conclusiones finales

Las matrices DAFO aportan información fundamental sobre estos elementos defensivos pero estas conclusiones se van a basar, fundamentalmente, en los resultados que el estudio de la empresa afincada en Gran Bretaña presenta.

Lo ideal sería que en función de que uso se le quiera dar, el elemento de fortificación a emplear sea uno u otro.

- Si se quiere canalizar el tráfico en un ECP, compartimentar el interior de una base, tratar de reducir los efectos que produce una detonación (tanto onda expansiva como fragmentos),... Se habrá de usar T-Wall.
- En cambio, si lo que se busca es un despliegue rápido, versatilidad en las formas y tamaños a adoptar, poder aplicar reparaciones, ser capaces de retirar el elemento una vez empleado,... Se escogerá Hesco Bastion.

Dadas estas premisas, hay que recalcar que las funciones que puede realizar un T-Wall son también factibles para el Hesco Bastion, y en pocas ocasiones al contrario. Es más, si se usara el hormigón para funciones tipo de los gaviones, como elemento defensivo ante una detonación, los resultados serían peores y perjudiciales (fragmentos de hormigón y la propia armadura interna serían proyectiles secundarios).

Por ello, y por todo lo expuesto en este anexo, queda patente que en caso de tener que escoger un elemento para defenderse de la amenaza que se plantea en el anexo B, este elemento habrá de ser, sin duda, el Hesco Bastion. Ciertamente es que la mejor forma defensiva consistiría en una combinación de muro de hormigón y gaviones rellenos pero no siempre la base va a tener las dimensiones suficientes o envergadura adecuada para acometer este tipo de defensa perimetral.

ANEXO F: HESCO BASTION Vs VBIED: CÁLCULO PARA DESLIZAMIENTO Y/O VUELCO [57]

En el presente anexo se presenta una simulación de un choque de un VBIED contra un muro de Hesco Bastion. Con este modelo se pretende averiguar si el citado elemento de fortificación es adecuado para la tarea que se le supone o, por el contrario, tiene defectos que han de ser corregidos.

Para que el presente apartado fuera posible se han debido de tomar una serie de asunciones explicadas más adelante. Estas premisas asumidas permiten que el cálculo sea posible y nos llevan a estudiar el vuelco y deslizamiento de forma teórica para, a continuación, estudiar dos casos supuestos y ver cómo reaccionaría el muro de Hesco Bastion.

El contenido de este apartado, por tanto, será el siguiente:

- Premisas asumidas.
- Planteamiento del problema:
 - Simbología, magnitudes y unidades.
 - Estudio del deslizamiento.
 - Estudio del vuelco.
 - Conclusiones.
- Casos prácticos:
 - CTE.
 - Vehículo real.

• Premisas asumidas

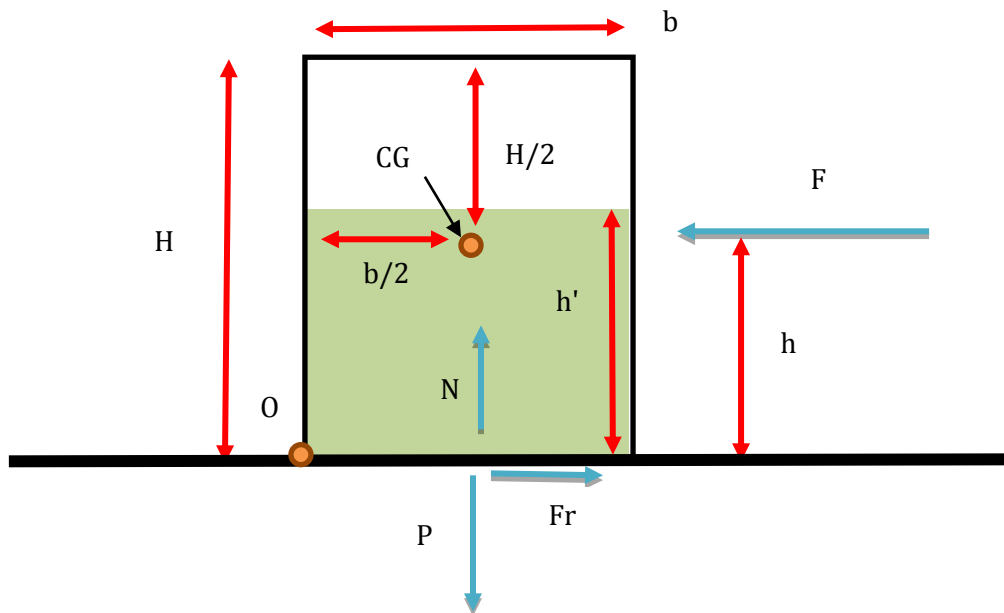
En primer y más importante lugar, los presentes cálculos se orientan no a la totalidad de un muro de Hesco Bastion si no a una construcción puntual de un obstáculo en base a una, dos o tres celdas unidas.

En otras palabras, no se estudia si el perímetro de una base aguantaría el envite de un vehículo, se da por supuesto que sí ya que rara vez se tiene un perímetro con una altura de Hesco Bastion, si no que se estudia si el ECP o un CKP cualquiera sería capaz de aguantar un choque frontal y, de ser así, hasta qué punto.

Para ello, y tratando de reducir la complejidad de los cálculos, se toman las siguientes premisas como verdaderas:

- | | |
|---|---|
| • El Hesco Bastion relleno se trata como un sólido rígido: Todo él es un elemento compacto. | • Sin importar hasta qué altura esté relleno el gavión, este sólido rígido tendrá siempre las mismas dimensiones pero no el mismo peso. |
| • La fuerza del impacto del vehículo se toma como una fuerza estática equivalente. | • El grado de compactación del material de relleno es uniforme. |
| • Las medidas de las celdas, extraídas de un PPT, se toman como medidas estándar extensibles a otros gaviones.. | • Se supone una altura de impacto del vehículo equivalente a la altura del centro de masas de este. |

- Planteamiento del problema [58]



Representación idealizada del problema a la que se aplica un diagrama del cuerpo libre con objeto de realizar un estudio de fuerzas.

- **Simbología, magnitudes y unidades.**

Símbolo	Representación	Unidades	Símbolo	Representación	Unidades
F	Fuerza impacto VBIED	KN	H	Altura	m ⁴⁵⁴⁶
N	Reacción del suelo (Normal)	KN	h	Altura impacto VBIED	m
Fr	Fuerza rozamiento	KN	h'	Altura de relleno	m
P	Peso	KN	b	Ancho/largo de la celda ⁴⁷	m
O	Punto de referencia	-	CG	Centro de gravedad	-
n	Número de celdas	-	ρ	Densidad del relleno	Kg/m ³
M	Masa del conjunto	Kg	G	Gravedad	m/s ²
V	Volumen relleno	m ³	μ	Coef. de rozamiento	-

Tabla 15: Magnitudes empleadas en los cálculos.

- **Estudio del deslizamiento.**

La condición que se ha de cumplir para que el cuerpo deslice será que la fuerza de rozamiento sea menor al esfuerzo que soporta en dirección opuesta.

Matemáticamente:

$$\sum F_x = 0 \rightarrow F = Fr \quad (1)$$

$$\sum F_y = 0 \rightarrow N = P \quad (2)$$

⁴⁵ Ministerio de Defensa, Ejército de Tierra, Mando de Apoyo Logístico, Parque y Centro de Mantenimiento Central de Ingenieros. *ADQUISICIÓN DE 100 GAVIONES MODULARES TIPO HESCOBASTION (NOC: 5680990019396)*. 2 de marzo de 2010

⁴⁶ Metros.

⁴⁷ El Hesco Bastion es de planta cuadrada y de b metros de lado.

Dado que buscamos conocer el valor de Fr , se hará uso de las siguientes fórmulas para conocer el valor en cuestión:

$$Fr = \mu * N \quad (3)$$

$$P = m * G \quad (4)$$

Partiendo de (3) e introduciendo en ella (2) y (4), en ese orden, se obtiene:

$$Fr = \mu * m * G \quad (5)$$

Y sustituyendo la masa, que es igual a volumen ($V=b^2*h'$) por densidad (ρ) por número de celdas (n), se llega a:

$$Fr = \mu * n * b^2 * h' * \rho * G \quad (6)$$

La situación mostrada, con la igualdad en (6), se denomina deslizamiento inminente. Para una $F < o >$ que Fr , el cuerpo permanecerá estático o se moverá respectivamente.

Analizando el resultado se ve que esta fuerza de rozamiento dependerá de una serie de variables, algunas de ellas cambiantes según el caso estudiado:

- n : Número de celdas, a más celdas más peso y, por ello, deslizamiento mas difícil.
- h' : Altura de relleno. Cuanto más material halla más pesará el conjunto.

En definitiva, influirá el peso del sólido rígido.

○ Estudio del vuelco.

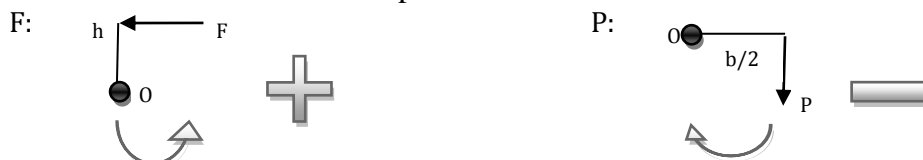
Se busca en este punto la condición para vuelco inminente. Para ello, se comienza aplicando el siguiente sumatorio:

$$\sum M_o = 0 \quad (1)$$

Los momentos (iguales al producto de la fuerza por su brazo o distancia al punto de referencia) se calculan respecto al punto O por lo que se han de tener en cuenta dos casos particulares:

- N : La normal no genera momento por tener su punto de aplicación en O , ello es debido a que en el momento de vuelco inminente todo el cuerpo se considera apoyado únicamente en O .
- Fr : Por estar en el mismo plano al punto de cálculo para los momentos no genera momentos.

Se calculan los momentos para las dos fuerzas restantes:



Y los resultados se introducen en (1), obteniendo así:

$$F * h = P * \left(\frac{b}{2}\right) \quad (2)$$

De donde se busca despejar F y se sustituye P por su valor de forma análoga a los vistos en el estudio del deslizamiento:

$$F = \frac{P * b}{2 * h} = \frac{m * G * b}{2 * h} = \frac{V * \rho * G * b}{2 * h} = \frac{n * b^3 * h' * \rho * G}{2 * h} \quad (3)$$

Tenemos en (3) la condición de vuelco inminente de la que se deduce que para valores de $F > 0$ o $F < 0$ que lo arriba marcado, el cuerpo volcará o no se moverá respectivamente.

De nuevo, se analiza el resultado para ver de qué variables depende el resultado:

- n : Número de celdas. Más celdas implica más peso y un vuelco más improbable.
- h' : Una altura de relleno mayor aporta peso y dificultad al vuelco.
- h : Altura de impacto del vehículo. Como se puede deducir de su puesto en el denominador, una altura mayor genera un momento más grande que favorece el vuelco.

Resumiendo, influirá el peso del sólido y la fuerza de impacto.

○ Conclusiones.

Se resume lo anterior planteado en la siguiente tabla:

$F > \mu * n * b^2 * h' * \rho * G$	$F > \frac{n * b^3 * h' * \rho * G}{2 * h}$
El sólido deslizará.	El sólido volcará.
$F < \mu * n * b^2 * h' * \rho * G$	$F < \frac{n * b^3 * h' * \rho * G}{2 * h}$
El sólido permanece estático.	El sólido no volcará.

Tabla 16: Tabla resumen con las condiciones de vuelco y deslizamiento inminentes.

De esta tabla se puede deducir el siguiente gráfico [48] (imagen 62) que se define entre F y h , factores que determinan el resultado del choque:

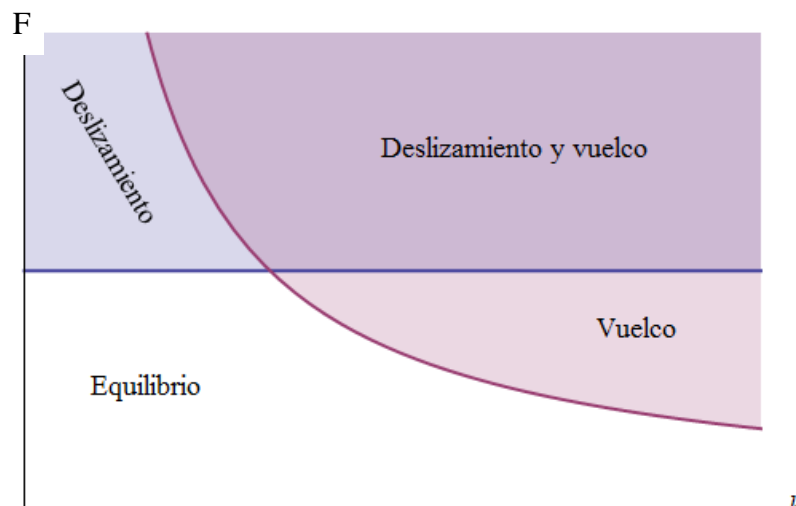


Imagen 65: Posibles resultados ante un impacto en uno o varios gaviones. Fuente ⁹²

- Fuerza moderada y punto de aplicación bajo: Sólido en equilibrio.
- Fuerza moderada y punto de aplicación alto: Vuelco posible.

h

- Fuerza intensa y punto de aplicación bajo: Sólido desliza.
- Fuerza intensa y punto de aplicación alto: El bloque desliza y vuelca.

La frontera entre las situaciones que la gráfica muestra serán las siguientes:

- $F = \mu * M * G$
Ecuación de una recta horizontal.
- $F = \left(\frac{M * G * b}{2}\right) * (1/h)$
Ecuación para una hipérbola.

Finalmente, aclarar que los pormenores tomados como cierto para este estudio permiten realizar el cálculo centrándonos en el área blanca (equilibrio) así como la frontera que la delimita. Para conocer con exactitud qué ocurriría fuera de ella habría que realizar un análisis dinámico que tenga en cuenta la aceleración del centro de masas y la aceleración angular del bloque.

• Casos prácticos.

Antes de pasar a las situaciones objeto de estudio, se plantan distintas variables y los valores que a estas se dan.

▪ Gravedad

Para el valor de la gravedad (G) no se toma aquel que se considera como estándar si no que, buscando ir un paso más allá, se hace uso de una herramienta proporcionada por el PTB (Instituto nacional de metrología alemán) que permite calcular la gravedad en cualquier punto del planeta.

Dado lo anteriormente explicado, se usa el GIS [60] (Gravity Information System) o calculador de gravedad para hallar el valor de esta variable en el entorno de Siria e Irak, concretamente en un punto de su frontera.

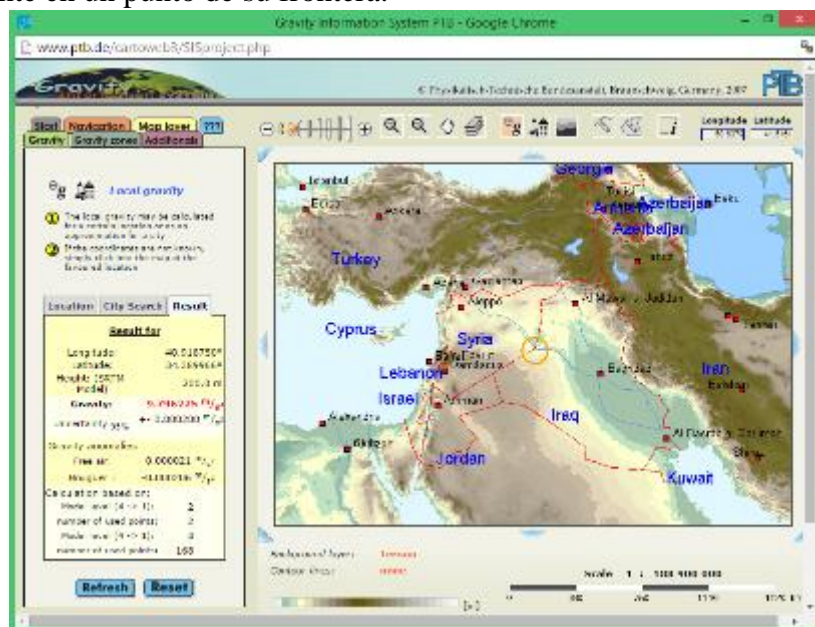


Imagen 66: Uso del GIS para el cálculo de la gravedad en oriente próximo.

Como se ve en la imagen 66, el círculo en la mitad del mapa representa el punto de cálculo y este resulta devolver un valor de 9.769225 m/s^2 .

▪ Densidad del material de relleno y volumen que ocupa.

Material	Peso Específico (kg/m ³)
Tierra seca	1330
Tierra húmeda	1800
Tierra saturada	2100
Arena seca	1600
Arena húmeda	1880
Arena saturada	2100

Tabla 17: Valores de densidad para distintos materiales. Fuente: <http://ingemecanica.com/tutoriales/pesos.html#materiales>

El material de relleno se considera tierra con gran proporción de arena⁴⁸, por lo que, tras un vistazo a la tabla 17 se puede tomar un valor de densidad (ρ), o peso específico, que será de 1500 Kg/m³.

La altura de relleno (h') será variable, tomando valores de 0.2 metros (poca altura de llenado), 0.7 metros (altura de llenado media) y 1.4 metros (altura de llenado máxima).

▪ Medidas de los gaviones.

Tanto el lado de la planta cuadrangular (b), como la altura de las celdas (H), se toman de un PPT lanzado por el Parque y Centro de Mantenimiento Central de Ingenieros. [59]

En el mentado PPT se pueden ver las medidas que se piden para las celdas de enrejado metálico:

- Alto:
 - 1.40 metros.
- Ancho:
 - 1.00 metros.
- Largo:
 - 1.00 metros.

También se dan las medidas para el gavión, en este caso se refiere a un conjunto de 10 celdas que ocuparían 10 metros.

▪ Coeficiente de rozamiento.

El coeficiente de rozamiento (μ) es característico de dos materiales que, estando en contacto, tratan de moverse impulsados por una fuerza externa. En nuestro caso no existe tal situación ya que la base del Hesco Bastion es un agujero que hace estar al material de relleno en contacto directo con el material del suelo, siendo ambos el mismo en la gran mayoría de casos.

El estudio de μ se convierte en un cálculo [61] para hallar el grado de rozamiento interno del material de relleno objeto de estudio, el cual se considera tierra con gran proporción de arena. Este cálculo se realiza partiendo del ángulo de reposo del material en cuestión.

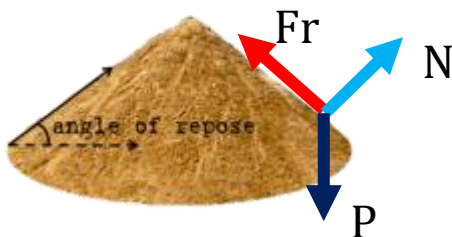


Imagen 67: Ángulo de rozamiento interno y estudio de fuerzas.

Como se observa en la imagen 67, el ángulo de reposo es el ángulo que genera todo material compuesto de partículas (arena, legumbres, tierra,...) que se vierte formando un cono.

Para calcular el coeficiente de rozamiento en función del mentado ángulo se ha de seguir una sencilla formula:

$$\mu = \tan \alpha$$

⁴⁸ La tierra es un conjunto de minerales de diferente tamaño, la arena es un material formado por silicio principalmente.

Dónde α es el ángulo de reposo, que en nuestro material suele encontrarse en torno a 34° [47], lo que corresponde a un μ de 0.67450852.

▪ Otras

El número de celdas (n) variará dentro de cada cálculo ya que se pretende calcular el comportamiento del Hesco Bastion para distintas situaciones. Del mismo modo, la altura de impacto del vehículo (h) será diferente para cada caso.

○ CTE.

En el Código Técnico de la Edificación, documento básico seguridad estructural: acciones en la edificación [62] se contempla el supuesto de impactos en el apartado de acciones accidentales. Uno de estos impactos es el de vehículos en estructuras y de este caso dice en el punto 2: *Los valores de cálculo de fuerzas estáticas equivalentes debidas al impacto de vehículos de hasta 30 kN de peso total son de 50 kN en la dirección paralela a la vía y de 35 kN en la dirección perpendicular, no actuando simultáneamente.*

De esta información se deducen dos premisas:

- El vehículo que impactaría es de 30 kN de masa, en torno a 3.000 kg de peso (lo que equivaldría a una furgoneta de reparto grande)
- La fuerza F es igual a 50 kN (no se contempla el caso de fuerza en la dirección perpendicular a la vía).
- La altura de impacto (h) es de 0,6 metros; se indica en el citado documento.

▪ Cálculos:

		Número de celdas (n)									
		1	2	3	1	2	3	1	2	3	4
Altura de relleno de material (metros) (h)		0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	1,4	1,4	1,4	1,4
Deslizamiento	Impacto (N)	50000,00	50000,00	50000,00	50000,00	50000,00	50000,00	50000,00	50000,00	50000,00	50000,00
	Frotamiento (N)	1976.91	3953.82	5930.72	6919.18	13838.36	20757.53	13838.36	27676.71	41515.07	55353.43
Vuelco	Impacto (N)	50000,00	50000,00	50000,00	50000,00	50000,00	50000,00	50000,00	50000,00	50000,00	50000,00
	Fuente (N)	2442.41	4884.81	7327.22	8548.42	17096.84	25645.26	17096.84	34193.68	51290.52	68387.36

Imagen 68: Fragmento de la tabla Excel usada para los cálculos.

Como se puede apreciar en la imagen 70, se ha calculado si el sólido deslizaría o volcaría para los casos de una, dos y tres celdas rellenándolas con distintas alturas de material. También se ha calculado para un caso extremo de cuatro celdas y máxima altura de relleno. En rojo se muestran los casos de deslizamiento probable y del mismo modo en naranja para el vuelco.

Estos cálculos nos demuestran que:

- Hay dos situaciones en las que no volcaría, que corresponden al momento en que el sólido rígido opone una resistencia al vuelco mayor que la fuerza de impacto ejercida.
- Hay una situación en la que el sólido no desliza, que se corresponde con el caso extremos de cuatro celdas rellenas hasta arriba. Como se ve, el deslizamiento es un problema que se debería solventar.
- En la mayoría de casos la situación de vuelco y deslizamiento son coincidentes, una sola es la situación en la que únicamente deslizaría sin volcar, una situación en la que el peso es lo suficientemente elevado para impedir el vuelco pero no así el deslizamiento.

Una importante conclusión es que todo vehículo que superase los 3.000 Kg provocaría un daño peor a los arriba expuestos. Del mismo modo, se observa un claro problema en términos de deslizamiento vuelco efectivo, problema que se plantea resolver más adelante.

○ **Vehículo real.**

En el supuesto del CTE se trata un vehículo de hasta 30 kN de peso total (en torno a 3.000 Kg) el cual generaría una fuerza equivalente a 50 kN. Sabiendo que la fuerza es igual a la masa por la aceleración, de los datos previamente aportados se puede deducir lo siguiente ($m = p * G$):

$$F = m * a \rightarrow a = \frac{F}{m} = \frac{50}{30} = \frac{5}{3} = 1.67 \text{ m/s}^2$$

Conociendo que se ha considerado una aceleración de $1,67 \text{ m/s}^2$, se puede llegar a calcular la fuerza de impacto para otros vehículos.

Para el caso en que nos encontramos se considera un vehículo tipo *pick up* y el motivo de esta elección es el vasto uso que hace ISIL de este tipo de vehículos, concretamente de los Toyota (varias noticias en medios internacionales corroboran esta información [63] [64]).

Se escoge el modelo Toyota Tacoma y se toman de este las medidas de peso (2000 Kg) y altura hasta el parachoques (0,85 metros) [64], punto el cual se asume es el que impacta contra el muro. Además, el cálculo de F será por el método arriba explicado, y nos lleva a una fuerza de:

$$F = (2000 * 9.81) * 1.67 = 32700 \text{ N}$$

Estos datos se usan para calcular, como se ha hecho en el apartado anterior, si el deslizamiento o vuelco son factibles, los resultados son los siguientes:

		Número de celas (n)											
		1	2	3	1	2	3	1	2	3	4		
Altura de relleno de material (metros) (h)		0,2	0,2	0,2	0,7	0,7	0,7	1,4	1,4	1,4	1,4		
Deslizamiento	Impacto (N)	32700,00	32700,00	32700,00	32700,00	32700,00	32700,00	32700,00	32700,00	32700,00	32700,00	32700,00	32700,00
	Frozamiento (N)	3906,93	3906,93	3906,93	8919,18	8919,18	8919,18	20052,53	20052,53	20052,53	20052,53	41515,07	55151,43
Vuelco	Impacto (N)	32700,00	32700,00	32700,00	32700,00	32700,00	32700,00	32700,00	32700,00	32700,00	32700,00	32700,00	32700,00
	Fvuelco (N)	1728,05	3448,10	5172,15	8034,18	12088,36	18102,54	12088,36	24136,71	36205,07	48273,43		

Imagen 69: Tabla de resultados para el estudio de vuelco y deslizamiento en el vehículo de Toyota.

Los resultados que se obtienen nos demuestran algo similar a lo anteriormente planteado, pese a que el vehículo de este apartado genera unos 20 kN menos de fuerza. Un motivo podría ser que el punto de impacto es cercano al metro de altura, lo que incrementa las fuerzas de vuelco debido al brazo potencia. A continuación se muestran las conclusiones:

- Deslizamiento en prácticamente todas las ocasiones salvo en el punto en que el conjunto pesa lo suficiente.
- Vuelco en la mayoría de casos pese a ser un vehículo de menor peso; ello es debido a la mayor altura de impacto.

ANEXO G: IMPLEMENTO PARA MEJORA DE HESCO BASTION

Se propone el uso de un ingenio montable *in situ* que aportaría solidez estructural a las celdas de Hesco Bastion para solventar los problemas deducidos del **anexo F**. Este implemento ha de cumplir una serie de condiciones que a continuación se explican y razonan.

En el presente anexo se podrán ver los siguientes apartados:

- Problema a solventar.
- Qué se propone:
 - Generalidades.
 - Piquetas.
 - Vigas.
 - Viabilidad económica.
- Posibles usos.

• Problema a solventar

Dado que, como se demuestra en el anexo previo, existe un problema en torno al vuelco y/o deslizamiento que provoca el impacto de un vehículo, se plantea el diseño de un implemento capaz de aportar solidez estructural a un muro en base a gaviones de Hesco Bastion.

Este implemento habría de cumplir una serie de premisas que mi persona, como diseñador del mismo, marco:

- De fácil transporte. No ha de ser un complicado sistema que se haya de transportar paletizado, ocupando mucho volumen y que pese; no es lo realmente efectivo. Si, por ejemplo, se usase para n CKP del que se encargan tres vehículos, estos tres medios de transporte tendrían que ser capaces de transportar varias unidades de este implemento.
- Sencillo de instalar. La idea es que un solo hombre sea capaz de montar este implemento con la única ayuda de simples herramientas (martillo, almádena,...).
- Resistente. Fabricado en materiales que sean capaces de soportar los esfuerzos que el gavión de Hesco transmite.
- Rápida instalación y remoción. Con ánimo de que pueda ser usado para aportar solidez mientras se rellena el Hesco, ha de ser de rápido montaje para que este uso pueda llevarse a cabo.

De estas premisas emanan una serie de requerimientos para con el implemento:

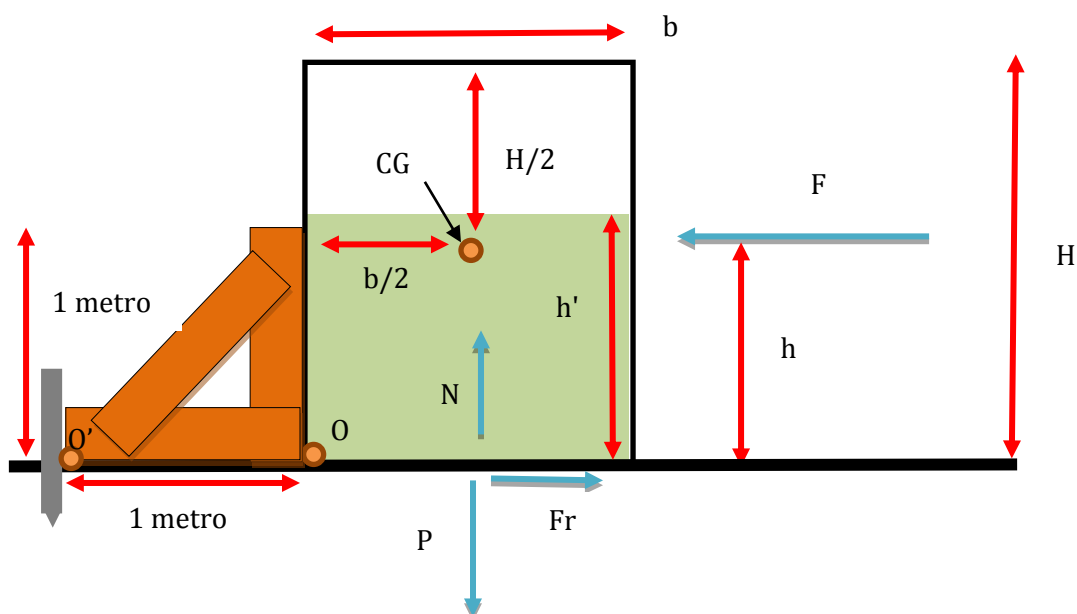
- Materiales fáciles de encontrar tanto en TN como en zona de operaciones.
- Ausencia, en la medida de lo posible, de elementos de unión (clavos, tornillos,...) tanto en montaje como remoción.
- Empleo de elementos livianos y poco voluminosos, sin que se pierda capacidad resistente.
- Tratar de usar cuanto más material de dotación como se pueda con objeto de crear un implemento fácil de fabricar y alcanzable para toda unidad.

- **Qué se propone:**

El implemento se compondrá de piezas de madera fabricadas a partir de vigas de dimensiones convenientes, de modo que puedan ser transportadas sin mayor problema en los vehículos en uso, y de piquetas de dotación que aportarán sustentación. Esta composición tomara forma triangular para absorber así los esfuerzos de modo más efectivo.

El problema del deslizamiento vendrá solventado gracias al empleo de piquetas de dotación clavadas de forma que el conjunto implemento-Hesco sea inamovible. La probabilidad de vuelco se verá reducida debido al aumento de la distancia hasta el punto de referencia sobre el que ahora se habrán de calcular los momentos.

Haciendo uso del gráfico siguiente, y de modo análogo al desarrollo de los cálculos del anexo F, se procede a demostrar la necesidad y utilidad de este implemento:



Como se ve en el gráfico, las vigas serían de un metro de largo y habría tres de ellas formando una disposición en triángulo. El elemento en gris que se aprecia representa una piqueta clavada de forma que se dificulte el deslizamiento, se considera este como nulo gracias a la mentada piqueta y la sustentación que esta aporta respecto del suelo. El punto denominado O' representa la nueva referencia sobre la que se calculan los momentos, se puede intuir que los momentos estabilizadores tendrán mayor módulo que antes. A continuación se muestran los cálculos para el vuelco inminente dada esta nueva configuración.

Del planteamiento de condición para vuelco inminente se llegaba a la siguiente expresión:

$$F * h = P * \left(\frac{b}{2}\right) (2)$$

Pero ahora la distancia de la fuerza P hasta O' no es de $b/2$ sino de $(1 + b/2)$:

$$F * h = P * \left(1 + \frac{b}{2}\right) (2)$$

Despejando esta nueva expresión y sustituyendo el valor del peso/masa, se llega a:

$$F = \frac{P * (2 + b)}{2 * h} = \frac{m * G * (2 + b)}{2 * h} = \frac{V * \rho * G * (2 + b)}{2 * h}$$

$$= \frac{n * b^2 * h' * \rho * G * (2 + b)}{2 * h} \quad (3)$$

Empleando esta nueva condición de vuelco inminente se obtienen los siguientes resultados⁴⁹:

		Número de celdas (n)									
		1	2	3	1	2	3	1	2	3	4
Altura de relleno de material (metros) (h')		0,2	0,2	0,2	0,7	0,7	0,7	1,4	1,4	1,4	1,4
Vuelco	Fmpacto (N)	50000,00	50000,00	50000,00	50000,00	50000,00	50000,00	50000,00	50000,00	50000,00	50000,00
	Fvuelco (N)	7327,22	14654,43	21981,65	25645,26	51290,52	76935,78	51290,52	102581,04	153871,55	205162,07

Imagen 70: Resultado del cálculo para el vuelco inminente para la nueva configuración

Los satisfactorios resultados demuestran que el vuelco queda reducido al momento en que hay muy poco material de relleno y cuando se emplea una sola celda rellena hasta la mitad. Queda demostrado por tanto el buen desempeño del implemento.

○ Generalidades.

Como se ha explicado, se van a usar piquetas y vigas de madera convenientemente preparadas; a continuación encontramos los planos de estos elementos y cómo/dónde se usan:

▪ Piquetas

Se emplearán tres por unidad, una que impida el deslizamiento en el extremo del implemento y dos a los lados de la viga vertical que impida su movimiento. Las dimensiones (0,8 metros de largo) se pueden apreciar en el plano siguiente, su colocación se puede ver en la imagen del conjunto al final de este apartado.

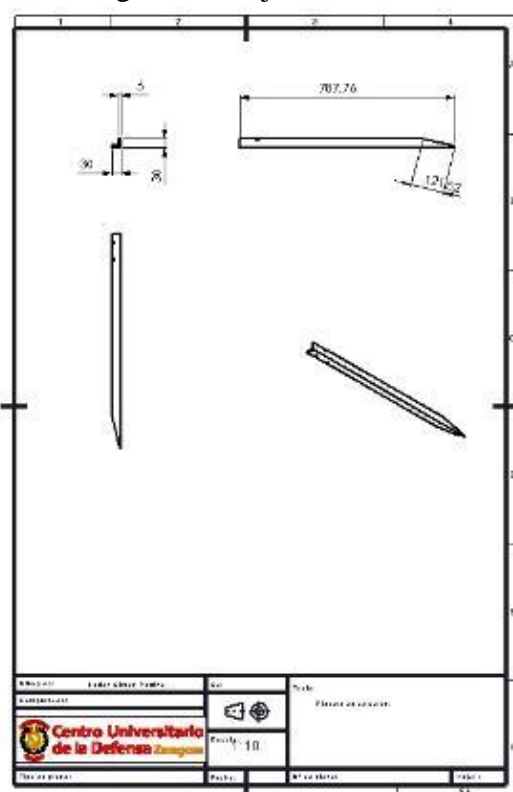


Imagen 71: Planos del diseño de la piqueta usada en el implemento.

⁴⁹ No se considera situación de deslizamiento por, como se ha explicado, el empleo de una piqueta hincada en el terreno.

■ Vigas

Tres vigas serán parte de cada implemento, cada una de un metro de largo con base cuadrangular de 0,15 metros de lado. En dos de ellas habrá que realizar trabajos de albañilería, en los planos siguientes se pueden apreciar los detalles:

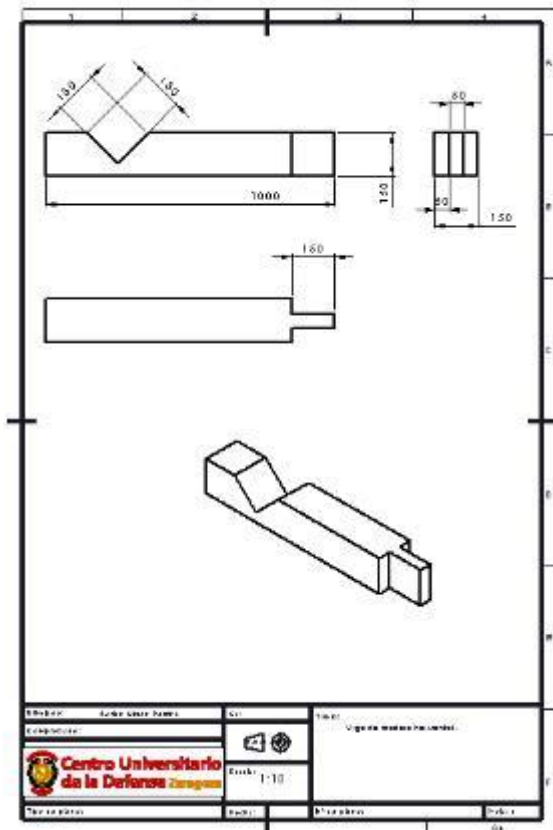


Imagen 73: Viga de madera horizontal.

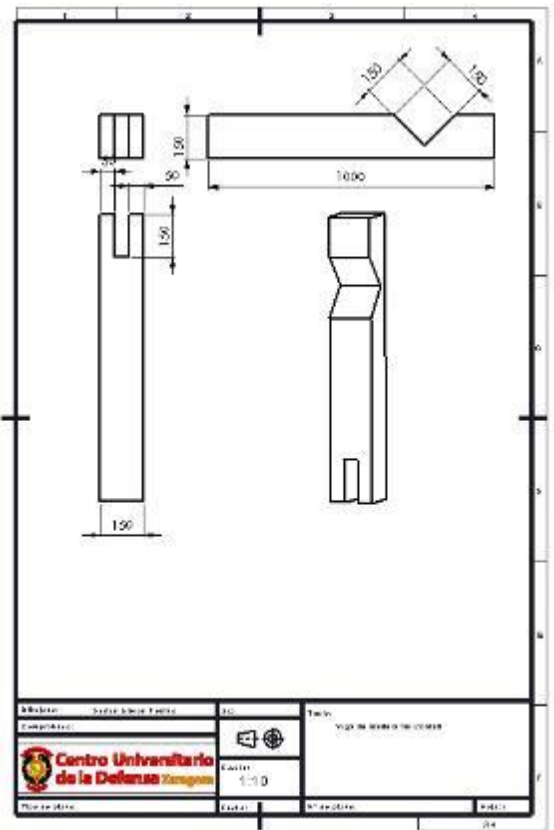


Imagen 72: Viga de madera vertical.

Finalmente, el conjunto de tres vigas junto con tres piquetas instalado dando solidez estructural a una celda de Hesco Bastion quedaría del siguiente modo.

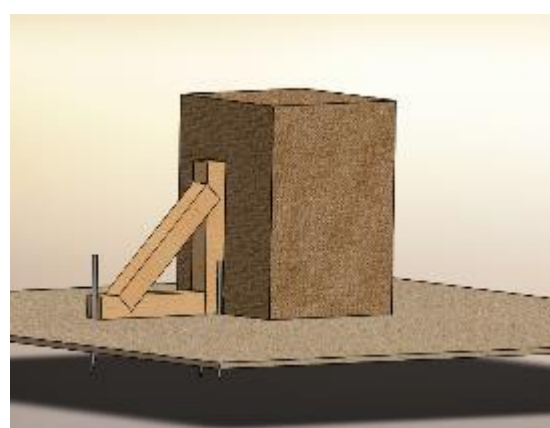
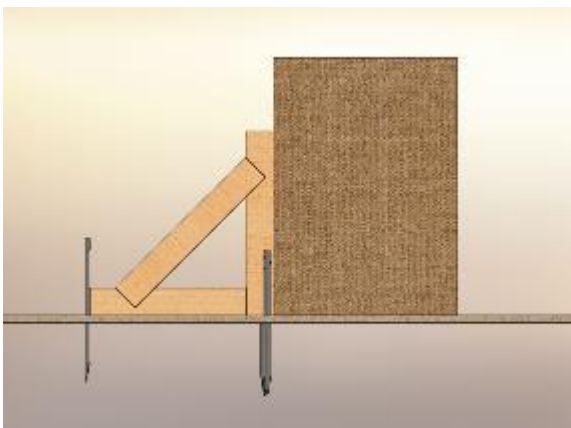


Imagen 74: Vista lateral del conjunto y en perspectiva. La segunda aporta una idea de las dimensiones del implemento respecto del gavión.

○ **Viabilidad económica.**

El diseño resulta ser barato por dos principales motivos:

- Piquetas: Están en dotación en toda unidad de ingenieros por lo que su uso y empleo para este fin no supone ningún coste adicional. En caso de tener que adquirir más se solicitarían al órgano logístico correspondiente lo que, retirando, no supone coste directo.
- Vigas: se trata de elementos de madera de 150x150x1000 mm. Consultando a diversas empresas dentro de territorio nacional se ha llegado a la siguiente conclusión: Las medidas objetivo no son las que habitualmente se venden, distintas empresas (Bricomart, Aliforest, Maderasaguirre) ofrecen precios para vigas estándar que, asemejando estas a nuestras necesidades, aportan una idea del precio de nuestras vigas. Por tanto, el precio estimado para las tres vigas sería de 30 euros.

Concluyendo, la preparación del implemento supondría el desembolso de una cifra que rondaría los 30 euros para adquirir las tres vigas, el uso de tres piquetas de dotación y el empleo de personal con conocimientos de carpintería para ejecutar los arreglos necesarios. Todo ello demuestra ser de coste asumible, tanto en cuestiones monetarias como de personal.

● **Posibles usos.**

Por último, el uso de este implemento no queda reducido al fortalecimiento estructural en muros de Hesco Bastion con el fin de evitar vuelcos o deslizamientos en el ECP de una base, también se pueden emplear para un CKP puntual que se debiera poner en una ruta determinada, como elemento de solidez adicional en una defensa perimetral en base a Hesco Bastion de una base de patrullas⁵⁰,...

En definitiva, todo aquello que necesite de gaviones para su defensa y que, por premura del tiempo, falta de material o dificultad en el abastecimiento se disponga de pocas cedas y estas no se puedan llenar del todo (o se tarde demasiado en llenar).

⁵⁰ Lugar del terreno ocupado por una unidad de pequeña entidad durante un tiempo.